UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

CARIES DER ZÄHNE

von

Dr. Th. Leber u. Dr. J. B. Rottenstein.



Mit zwei lithographirten Tafeln.

BERLIN 1867.

Verlag von August Hirschwald,

U. d. Linden 68.

Vorwort.

Die in den folgenden Blättern mitgetheilten Untersuchungen über die Caries der Zähne wurden bereits im vorletzten Winter begonnen und mit manchen Unterbrechungen bis zu Anfang dieses Jahres fortgeführt. Während dieser Zeit erschienen mehrere Veröffentlichungen über denselben Gegenstand; da uns jedoch unsere Untersuchungen bereits zu einigen neuen Resultaten geführt hatten, so liessen wir uns nicht abhalten, dieselben weiter zu verfolgen, um so weniger als die microscopischen Veränderungen der Zahngewebe bei dem cariösen Processe, die uns wichtige Aufschlüsse versprachen, zum Theil in den letzten Publikationen nicht genügend gewürdigt waren.

Wir hoffen, durch die Mittheilung unserer Beobachtungen ein neues Licht auf die Entstehung der Zahncaries werfen zu können und etwas zur Kenntniss dieser Krankheit beizutragen, über deren Natur die Ansichten noch so weit aus einander gehen, wie kaum in einem anderen Gegenstande der Pathologie.

Wir beabsichtigten nicht eine Monographie über unser Thema zu liefern; dies würde die Grenzen, die wir unserer Arbeit ge-

steckt haben, weit überschreiten. Unser Zweck ist, die Resultate unserer Beobachtungen mitzutheilen, wir gehen daher auch nur so weit auf die Einzelnheiten des Verlaufs, der Symptome und Folgezustände unserer Krankheit ein, als es für die Mittheilung unserer Untersuchungen nöthig ist, und als es dazu dienen kann, dieselben zu bestätigen und weiter auszuführen; zum Schlusse fügen wir nur kurz und anhangsweise die therapeutischen Folgerungen bei, die sich aus unserer Arbeit ziehen lassen.

Es schien uns dagegen nöthig und nützlich zu sein, bei der grossen Divergenz der Ansichten über die Natur der Zahncaries, etwas auf die Literatur dieses Gegenstandes einzugehen, und die verschiedenen darüber herrschenden Theorien auseinander zusetzen. Wenn es uns gelungen ist, etwas zur Aufklärung der Natur der Zahncaries, die bisher noch immer in ziemliches Dunkel gehüllt war, beizutragen, so ist der Zweck unserer Arbeit erreicht.

Die Verfasser.

Inhalt.

I.

Uebersicht der bisherigen Ansichten über Zahncaries.

Man versteht unter dem Namen Caries der Zähne einen krankhaften Process, der unter mehr oder minder ausgesprochener Erweichung der Zahnsubstanzen zum schliesslichen Zerfall derselben, zur Bildung eines Substanzverlustes und nach Zerstörung der Pulpa zur völligen Destruction des Zahnes führt.

Dieser Process hat mit der Caries der Knochen nur den Namen gemeinschaftlich und ist von demselben dem Wesen nach vollständig zu trennen; mehrere Autoren haben es daher vorgezogen, ihm auch einen besonderen Namen beizulegen, und haben ihn einfach Verderbniss der Zähne genannt. Der Name Zahncaries ist aber so eingebürgert, dass es schwer sein dürfte, ihn zu verdrängen; auch kann er nicht zu Verwechselungen Anlass geben, da man schon seit lange gewohnt ist, die Caries der Zähne als etwas von der Knochencaries Verschiedenes anzusehen.

Schon in ziemlich früher Zeit suchte man die Natur dieses Processes zu ergründen; jedoch beschränkten sich die älteren Chirurgen und Zahnärzte, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigten, meistens darauf, über denselben mehr oder minder plausible Hypothesen aufzustellen und sie durch zahlreiche, auf die Erfahrung und klinische Beobachtung gestützte Gründe zu vertheidigen. Directe Untersuchungen über Zahncaries waren erst möglich seitdem die microscopische Structur der Zahngewebe genauer bekannt war.

Von jeher pflegten sich 2 Hypothesen über die Zahncaries um den Vorrang zu streiten: die chemische, welche die Caries durch die Einwirkung chemischer Agentien, namentlich Säuren, auf die Zähne entstehen liess, und die vitale, die gestützt auf die Behauptung, dass die Zähne organisirte, mit vitalen Eigenschaften versehene Gebilde seien, die Caries derselben als eine Krankheit, und als das Resultat einer durch äussere Reize bedingten organischen Veränderung und Reaction der Zahngewebe ansah. Die Anhänger der chemischen Theorie sprachen sich über die vitalen Eigenschaften der Zähne verschieden aus. Einige stellten jeden vitalen Process an den ausgebildeten Zahngeweben in Abrede, andere hielten die Lebenserscheinungen derselben nur für so wenig lebhaft und entwickelt, dass sie durch jede Schädlichkeit sofort ertödtet würden, ohne dass das Organ vorher in irgend einer Weise auf den schädlichen Reiz reagiren könne; der Zerstörungsprocess verlaufe daher vollkommen so, als ob die Zahngewebe gar keine vitalen Eigenschaften besässen.

Dieser alte Streit ist auch heute noch nicht erledigt; trotz vielfacher Untersuchungen stehen sich die Ansichten der verschiedenen Autoren noch ebenso schroff gegenüber als zuvor, beide zählen jetzt wohl eine ziemlich gleiche Anzahl von Vertretern. Nachdem es in der letzten Zeit den Anschein hatte, als ob die chemischen Theorien sich mehr und mehr Eingang verschafften, wurde erst ganz kürzlich wieder in einer auf microscopische Untersuchungen gestützten Arbeit versucht die vitalistische Ansicht zur Geltung zu bringen.

Neben diesen zwei so eben erwähnten Richtungen suchten andere Beobachter, namentlich in Deutschland die parasitische Natur der Zahncaries zu beweisen, und nahmen dabei sowohl thierische als pflanzliche Parasiten zu Hülfe.

Die Resultate dieser letzteren Beobachter sind bisher einer eingehenden Controle nicht unterzogen worden, sondern meistens in Deutschland ebenso gläubig aufgenommen, als anderorts fast völlig ignorirt. Da die hierher gehörenden Untersuchungen von Ficinus und Klencke mit die ersten microscopischen Untersuchungen über Zahncaries sind, so werden wir, obgleich sie jetzt höchstens historischen Werth mehr haben, die nun folgende kurze Uebersicht des bisher in diesem Gegenstande

Geleisteten mit ihnen eröffnen; wir sind dazu um so mehr genöthigt, als wenigstens in Deutschland diese Arbeiten noch in den meisten Lehrbüchern angenommen sind.

R. Ficinus (über das Ausfallen der Zähne und das Wesen der Zahncaries, von Walther's und von Ammon's Journal f. Chirurgie und Augenheilkunde Bd. VI. Heft 1. 1847.) suchte das Wesen der Zahncaries in einen Fäulnissprocess, der durch die im Munde lebenden kleinen Infusorien, welche er genauer beschrieb und Denticola nannte, hervorgerufen werden sollte. Dieselben finden sich in grosser Menge im Schleim der Zähne und in den cariösen Höhlen vor; der durch sie erzeugte Fäulnissprocess soll zuerst das Zahnoberhäutchen ergreifen, und später sich auf den Schmelz und das Zahnbein fortsetzen. F. bringt seine Denticola in Beziehung zu den sog. Bühlmann'schen Fasern, die nichts anderes sind als die Fäden von Leptothrix buccalis und glaubt, dass letztere durch Aneinanderreihung aus ersteren entstehen. Die Entziehung der Kalksalze bei der Zahncaries, die F. auch durch die Analyse nachwies, konnte er aber durch seine Fäulnisstheorie nicht genügend erklären, trotzdem er verschiedene Erklärungsversuche aufstellt.

Etwas später gelangten die Untersuchungen von H. Klencke in die Oeffentlichkeit (die Verderbniss der Zähne, gekrönte Preisschrift, Leipzig 1850.) K. schliesst sich in vielen Puncten Ficinus vollständig an, stellt aber ausser dem von letzterem beschriebenen Fäulnissprocess noch mehrere verschiedene Arten von Zahncaries auf.

Er unterscheidet zunächst eine centrale Zahnverderbniss von der gewöhnlichen peripherischen Caries. Die erstere soll von der Pulphöhle, die letztere von der Oberfläche des Zahns ihren Anfang nehmen. Bei der peripherischen Caries unterscheidet er wieder 3 verschiedene Arten:

1) eine Art weicher Caries, die durch den von Ficinus beschriebenen Fäulnissprocess bedingt sein soll

2) eine zweite Art weicher Caries, die durch die Wucherung eines pflanzlichen Parasiten, des von Klencke sog. Protococcus dentalis entsteht.

Wir bemerken hier sogleich, dass der fragliche Epiphyt von keinem späteren Beobachter bestätigt worden ist, und dass auch wir trotz vieler Mühe nicht im Stande gewesen sind, denselben aufzufinden.

3) die sog. trockene Caries, bei welcher Parasiten keine Rolle spielen, sondern die einfach auf einer chemischen Veränderung (einem sog. Verwitterungsprocess) beruhen soll, hervorgerufen durch die Einwirkung von Säuren auf die Zahnsubstanzen.

Die microscopischen Veränderungen, die die Zahngewebe bei der Caries erleiden, wurden zuerst genauer von J. Tomes beschrieben (A System of dental Surgery London 1859.)

Die Veränderungen des Schmelzes sind nach ihm meistens bedingt durch mangelhafte Entwicklung desselben, die eine grössere Porosität des Gewebes zur Folge hat, welche letztere bei dem cariösen Processe noch zunimmt.

Das Zahnbein erfährt bei dem cariösen Processe eigenthümliche Veränderungen an den Zahnkanälchen. Auf dem Querschnitte zeigen sich die Zahnkanälchen umgeben von ziemlich dicken Scheiden, so dass es den Anschein hat, als ob der cariöse Process die Conturen der ursprünglichen Bildungszellen des Zahnbeins wiederhergestellt hätte, so dass dieses jetzt in seine ursprünglichen Elemente zerfallen ist. Das Zahnbein entsteht bekanntlich aus den cylindrischen, dicht neben einander liegenden Dentinzellen, welche bei dem Verzahnungsprocesse verschmelzen und sich mit Kalksalzen imprägniren, wobei nur im Inneren die Zahnkanälchen mit den in ihnen enthaltenen, von Tomes entdeckten weichen Fasern, von Kalksalzen frei bleiben.

In einem späteren Stadium des cariösen Processes verlieren die Elemente ihre deutlichen Unterschiede, und das ganze Gewebe löst sich in feine Körnchen auf. Schreitet die Zerstörung mit grosser Rapidität vor, so findet man im Gegentheil die Zahnkanälchen erweitert, und von der Intertubularsubstanz nur undeutlich abgegrenzt.

Die Erkrankung setzt sich hauptsächlich in der Richtung der Zahnkanälchen gegen die Pulphöhle zu fort, wodurch in den meisten Fällen das erkrankte Zahnbein die Form eines bräunlichen Kegels mit nach aussen gerichteter Basis darbietet. Nur wenn eine grössere Oberfläche des Schmelzes zu gleicher Zeit von der Caries ergriffen ist und die Zerstörung sehr rasch erfolgt, kann es gar nicht oder nur unvollkommen zur Bildung eines derartigen Kegels kommen.

Im Umkreise dieses Kegels findet sich eine verhältnissmässig durch-

sichtige Zone, in welcher man die Zahnkanälchen mit verkalkten Zahnfasern erfüllt sieht, die verkalkten Fasern sind häufig in Stücke gebrochen und ragen an den Enden der Präparate etwas aus den Röhren vor. T. betrachtet diese Verkalkung der Zahnfasern als das Resultat einer organischen Reaction des Zahnbeins gegen den Reiz des pathologischen Processes, und glaubt, dieselbe müsse eine Verlangsamung oder einen Stillstand der Caries zur Folge haben. Eine andere Aeusserung der vitalen Eigenschaften des Zahnbeins ist nach ihm die gesteigerte Empfindlichkeit desselben in gewissen Fällen von Zahncaries. Er glaubt, dass sich die den Zahnärzten unter dem Namen des sensiblen Zahnbeins bekannten Erscheinungen nur durch die Annahme erklären lassen, dass das Zahnbein selbst empfindlich sei und seine Empfindlichkeit nicht allein der Pulpa verdanke, dass demnach auch die gesteigerte Empfindlichkeit dem Zahnbein selbst zukomme.

Die Ursache der Caries sucht T. hauptsächlich in der Einwirkung von Säuren auf die Zähne, deren vitale Eigenschaften sie zunächst zerstören, worauf diese der Auflösung durch die Säuren anheimfallen. Es gelingt aber nicht, künstlich durch Einwirkung von Säuren ähnliche histologische Veränderungen in den Zahngeweben hervorzurufen, wie sie bei cariösen Zähnen gefunden werden; doch kann nach Tomes über die chemische Natur der Processe, durch welche den Zähnen die Kalksalze entzogen, ihre Substanz erweicht und zerstört wird, kein Zweifel obwalten. Die Zahngewebe fallen aber nicht geradezu der necrotischen Zerstörung anheim, ohne auf die Einwirkung der Schädlichkeit zu reagiren; Aeusserungen dieser Reaction sind: die Verkalkung der Zahnfasern in der Umgebung des cariösen Zahnbeins und die gesteigerte Empfindlichkeit des letztern.

Die Beobachtungen von J. Tomes über die microscopische Structur des cariösen Zahnbeins wurden bestätigt und zum Theil erweitert durch eine neuere Arbeit von E. Neumann (über das Wesen der Zahncaries, Archiv für klin. Chirurgie Bd. VI. 1. Hft. S. 117). Derselbe suchte durch seine Beobachtungen, die sich ausschliesslich auf die Caries des Zahnbeins beziehen, zu beweisen, dass der dabei stattfindende Process wenigstens theilweise entzündlicher Natur sei. Die Schädlichkeiten sollen auf das Zahnbein als Reize wirken, die vitale Reizercheinungen hervorrufen, in

Folge deren schliesslich der Zerfall des Gewebes zu Stande kommt. N. unterscheidet zwei verschiedene Reihen von Veränderungen, nämlich:

1) Veränderungen der Zahnscheiden und der Grundsubstanz des Zahnbeins, die einen rein degenerativen Character haben und jedesmal sich vorfinden.

2) Veränderungen der in den Zahnkanälchen enthaltenen Zahnfasern, welche Neumann einem activen, entzündlichem Processe zuschreibt. Dieselben kamen nicht in jedem Fall zur Beobachtung und fanden sich besonders in den tieferen Schichten des cariös veränderten Zahnbeins. Die erste Reihe von Veränderungen sind dieselben, welche von Tomes bereits beschrieben waren und wobei sich die Kanälchen von stark verdickten Wandungen umgeben zeigen. Neumann weicht aber in der Auffassung dieser Veränderungen von Tomes ab, da er nicht wie dieser das Zahnbein direct aus den verkalkenden Dentinzellen entstehen lässt. Nach ihm ist die Intertubularsubstanz ein intercelluläres Ausscheidungsproduct und nur die Zahnfasern im Innern der Kanälchen entstehen durch Fortsätze der Dentinzellen. Während daher Tomes das Auftreten verdickter Wandschichten um die Kanälchen als eine Wiederherstellung der Conturen der ehemaligen Dentinzellen betrachtet, sieht Neumann darin eine Verdickung der Wandungen der Zahnkanälchen (von ihm Zahnscheiden genannt) auf Kosten der Grundsubstanz mit schliesslicher Obliteration der Kanälchen.

Die zweite Reihe, die Veränderungen der Zahnfasern bestehen nach Neumann in der Entwickelung derselben zu länglichen bedeutend verdickten Gebilden im Innern der Röhrchen. Die Zahnfasern sind dabei beträchtlich verbreitert und durch vielfache Abschnürung in stäbchenförmige Theile gesondert, die in grössere und kleinere Abstände auseinander rücken, und die von Neumann für zellige Elemente angesehen werden.

Wenn diese Ansicht richtig ist, so dürfen sich bei der Caries künstlich in den Mund eingesetzter Zähne keine derartigen Veränderungen finden, wie bei der Caries natürlicher Zähne. Neumann hatte jedoch nur Gelegenheit einen Elfenbeinstift zu untersuchen, der zur Heilung einer Pseudarthrose in einen Knochen eingesetzt und da cariös geworden war. Derselbe zeigte keine Spur der bei cariösen Zähnen gefundenen

Veränderungen, und Neumann glaubt daraus schliessen zu können, dass künstlich eingesetzte Zähne sich wohl ähnlich verhalten dürften, dass demnach ihre Caries dem Wesen nach von der lebender Zähne verschieden sei.

Im Anfang dieses Jahres erschien ein Buch von E. Magitot, traité de la carie dentaire, von dem einzelne Abschnitte schon im verflossenem Jahre gesondert publicirt worden waren, das ausführlich über unseren Gegenstand handelt. Magitot suchte zunächst hauptsächlich zu beweisen, dass die im Speichel enthaltenen, oder in ihn eingeführten Säuren die Ursache des Zahncaries abgeben, und dass diese der Hauptsache nach ein chemischer Process sei. Er stellte Versuche an, die Caries künstlich zu erzeugen, indem er verschiedene Säuren längere Zeit auf Zähne einwirken liess. Die Zähne wurden dabei auch wirklich zerstört und es stellten sich dabei noch merkwürdige Unterschiede heraus in der Wirkung verschiedener Säuren auf die verschiedenen Zahnsubstanzen. Microscopische Untersuchungen der zerstörten Zähne wurden nicht angestellt.

Ueber die pathologisch-anatomischen Veränderungen der Zahngewebe theilt Magitot nichts wesentlich Neues mit; er erwähnt nicht einmal die von Tomes und Neumann beschriebenen Veränderungen der Zahnkanälchen und giebt nur kurz an, dass die Kanälchen zuweilen mit einer feinkörnigen Masse erfüllt seien. Dagegen legt er grossen Werth auf die Kalkablagerungen in den Röhrchen, die er als Absonderungsproduct der gereizten Zahnpulpa ansieht. Während nämlich der Schmelz dem Auflösungsprocesse durch Säuren anheimfällt, soll sich der Reiz durch das Zahnbein auf die Pulpa fortsetzen, und diese letztere soll darauf durch Absonderung eines verkalkenden Exsudats reagiren. Dieses Exsudat füllt die Zahnkanälchen von aussen nach innen gegen die Pulpa hin aus und soll sich schliesslich in manchen Fällen an die Innenfläche der Pulphöhle als Neubildung von Zahnbeinsubstanz anlagern. Magitot wirft somit die kalkigen Concretionen im Inneren der Kanälchen zusammen mit der Production wirklichen Zahnbeins an der Innenfläche der Pulphöhle. Die Parthien des Zahnbeins, in welchen diese obliterirten Kanälchen sich finden, bilden einen Kegel oder eine Zone von durchsich-

tiger Substanz, der das Fortschreiten der Caries hemmen oder verlangsamen soll.

Magitot will demnach die Erscheinungen der Zahncaries nicht ausschliesslich auf chemischem Wege erklären, sondern nimmt noch nebenbei an, dass die Pulpa bei dem Zerstörungsprocesse gereizt werde und durch Absonderung eines verkalkenden Exsudats den Fortschritt der Zerstörung zu hemmen im Stande sei. Nach Eröffnung der Pulphöhle treten später eine Reihe entzündlicher Erscheinungen auf, die mit der Zerstörung der Pulpa endigen, worauf der übrige Theil des Zahnes ohne Schutz der Zerstörung durch Säuren überlassen ist.

Ein eigenthümlicher Versuch, nicht allein die Zahncaries, sondern auch die Zahnbildung auf electrischem Wege zu erklären, wurde vor Kurzem in England gemacht in der von der Londoner odontologischen Gesellschaft mit dem Preise gekrönten Schrift von W. K. Bridgman, Essay on the pathology of Dental Caries 1863 (s. Britisch Journ. of Dent. Sc. Berichte der odontol. Gesellschaft vom 1. Juni 1863).

Der Verfasser hat an den Nachweis, dass Zähne electrolytisch zerstört werden können, eine Reihe von unbewiesenen Hypothesen geknüpft, in denen den verschiedenen Theilen der Zähne willkürlich verschiedene electrische Eigenschaften zugeschrieben werden: die Gefässe der Pulpa sind negativ, das Zahnbein positiv, im pathologisch veränderten Zustande dagegen an der Oberfläche negativ, die Wurzeln gleichfalls negativ u. dgl. Wir brauchen hier nicht weiter darauf einzugehen, da für die Existenz aller dieser positiven oder negativen Eigenschaften und der darauf gegründeten Ketten nirgends ein directer Beweis beigebracht worden ist.

Aus der soeben gegebenen Uebersicht der hauptsächlichsten jetzt geltenden Ansichten über das Wesen des Zahncaries geht hervor, wie wenig Uebereinstimmung bis jetzt erzielt ist und wie sehr in den wichtigsten Puncten die Meinungen auseinander gehen. Wir haben schon oben angedeutet, dass man die verschiedenen Ansichten in 3 Categorien zusammenfassen kann: in chemische, vitalistische und parasitische Theorien, die aber wieder verschiedene Unterabtheilungen zulassen. Wenn

nun auch im Allgemeinen kein Zweifel mehr darüber bestehen kann, dass chemische Processe einen wesentlichen Antheil an der Entstehung der Zahncaries haben, so ist doch festzustellen, ob und wie weit auch vitale Vorgänge dabei mitspielen. Wir werden im Verlaufe dieser Arbeit zeigen, dass die Rolle der letzteren wahrscheinlich ganz zu streichen, jedenfalls aber eine sehr untergeordnete ist, dass dagegen wirklich ein parasitisches Element bei der Zahncaries mitwirkt, wenn auch nicht in der Weise, wie es bisher angenommen wurde.

II.

Anatomische Veränderungen der Zähne bei dem cariösen Processe.

Die Caries geht jedenfalls in der grössten Mehrzahl der Fälle von der Oberfläche des Zahnes aus und befällt demnach zuerst den Schmelz, der für gewöhnlich allein bloss liegt, während das Zahnbein allenthalben sei es von Schmelz, sei es von Cement bedeckt, und der Cement noch durch das ihn bedeckende Zahnfleisch geschützt ist. Nur seltener befällt die Caries eine bloss gelegte Stelle des Zahnhalses, in welchem Falle natürlich der Process am Cemente seinen Anfang nimmt. Im Folgenden sollen hauptsächlich die Veränderungen geschildert werden, die Schmelz und Zahnbein als die wichtigeren Zahngewebe bei dem cariösen Processe erfahren, während die Veränderungen des Cements nur nebenbei berücksichtigt werden.

Centrale Zahncaries.

Während früher von verschiedenen Autoren (u. A. von Klencke, die Verderbniss der Zähne, S. 42 ff.), die Ansicht vertreten wurde, dass die Zahncaries sehr häufig vom Inneren des Zahnes, von der Pulphöhle ausgehe, haben sich die meisten neueren Zahnärzte gegen das Vorkommen einer centralen Zahncaries ausgesprochen. Man überzeugte sich, dass der cariöse Process oft an einer kleinen, umschriebenen, und meist in einer Furche oder Vertiefung verdeckten Stelle bis zum Zahnbein und der Pulphöhle vordringt und sich hier sehr bedeutend ausbreitet,

während der darüber liegende Schmelz bei oberflächlicher Betrachtung intakt erscheint, wodurch eine im Innern des Zahnes beginnende Caries vorgetäuscht werden kann. Man hat daher in neuerer Zeit häufig das Vorkommen einer centralen Zahncaries vollständig geläugnet.

Wenn es nun auch vollkommen feststeht, dass in den allermeisten Fällen die sogenannte centrale Zahncaries nur scheinbar ist, so scheinen doch Fälle vorzukommen, wo sich ein von der Pulphöhle ausgehender destructiver Process nicht von der Hand weisen lässt. Zum Beweise führen wir folgenden Fall an, der freilich in der langjährigen Praxis eines von uns der einzige in seiner Art ist, so dass ähnliche Fälle jedenfalls sehr selten sein dürften.

Eine Frau von 21 Jahren stellte sich vor mit der Klage, dass drei ihrer Zähne, ein unterer und zwei obere Schneidezähne eine ungewöhnliche bläuliche Farbe hätten, ohne dass dieselben übrigens Schmerzen machten, nur einer verursachte ein unangenehmes Gefühl. Patientin hatte bereits mehrere Zahnärzte consultirt, die erklärt hatten, die Zähne seien todt, und riethen Nichts daran zu machen. An der äusseren Oberfläche derselben war in der That auch bei der genauesten Untersuchung keine Spur von Caries zu entdecken, und es zeigte sich nur die bläuliche Farbe, die bewies, dass die Pulpa der Zähne todt war.

Beim Anbohren der hintern Fläche zeigte sich nun das ganze Innere des Zahnes bis zum Schmelz völlig erweicht, zerstört und von brauner Farbe, selbst die Zahnwurzel war tief ausgehöhlt. Dasselbe Verhalten wurde an zweien der Zähne constatirt, während der dritte, einer von den oberen, da er weniger blau war und gar keine Beschwerden verursachte, unberührt gelassen wurde. Patientin erinnerte sich nun auf Befragen, dass sie in ihrer Kindheit einmal auf die Zähne gefallen war, worauf eine Anschwellung des Gesichts eintrat.

Die beiden Zähne wurden mit Gold gefüllt; an dem unteren bildete sich noch nachträglich ein Abscess, der aber in Folge der später ausgeführten Anbohrung der Wurzel keine weiteren Beschwerden verursachte. Es geht aus dem Gesagten hervor, dass es sich bei diesem Fall zunächst um Zähne handelt, deren Pulpa in Folge des Trauma's von ihren Gefäss- und Nervenverbindungen getrennt und dadurch necrotisch geworden war. Das kommt aber häufig genug vor, ohne dass desshalb in dem

Zahnbein ein destructiver Process sich ausbildet. Durch welche Ursachen nun in unserm Fall die Zerstörung des Zahnbeins zu Stande kam, darüber können wir keinen Aufschluss geben, da leider die microscopische Untersuchung des zerstörten Zahnbeins nicht gemacht wurde. Jedenfalls aber dürfen derartige Fälle nicht mit der gewöhnlichen Caries der Zähne identifizirt werden, da letztere wesentlich auf der Einwirkung äusserer Schädlichkeiten beruht, die sich bei einem vom Innern des Zahnes ausgehenden Processe nicht geltend machen können.

Wir schliessen daher, dass es wirklich Fälle giebt, in welchen von der Pulphöhle aus die harten Zahngewebe angegriffen und zerstört werden; dass diese Fälle jedoch sehr selten sind, und dass über die Art und Weise ihres Zustandekommens sich weiter nichts angeben lässt, als dass dabei der Zahn vorläufig abgestorben sein muss.

Die Caries des Schmelzes.

Da die Caries in der Regel an der Krone des Zahnes beginnt, so stellt die Caries des Schmelzes das erste Stadium des cariösen Processes dar, indem erst nach Zerstörung des Schmelzes die Destruction auf das Zahnbein übergreift. Doch finden die ersten Veränderungen im Zahnbein schon früher statt, ehe noch der Schmelz in seiner ganzen Dicke zerstört ist.

Am häufigsten zeigt sich im Beginne, in einer der Furchen oder Vertiefungen der Krone, ein kleiner brauner oder schwarzer Punct; auf Durchschnitten erkennt man, dass die dunkle Farbe in den oberflächlichen Schichten des Schmelzes ihren Sitz hat und bis in den Grund der Vertiefung eindringt, wo die Dicke des Schmelzes in der Regel beträchtlich geringer ist als auf der übrigen Oberfläche. Beginnt dagegen die Caries an einer glatten Oberfläche, wobei sie besonders gern die Zwischenräume der Zähne, die einander zugekehrten Seitenflächen befällt, so entsteht zuerst ein mehr oder minder ausgedehnter opaker Fleck von gelblicher oder brauner Farbe. Angeborene Bildungsfehler des Schmelzes, qualitativ oder quantitativ unvollkommen gebildete Stellen seiner Oberfläche geben gleichfalls Prädilectionsstellen für die Caries ab. Die Dunkelheit der cariösen Flecke nimmt mit der Zeit immer mehr zu, zuweilen ist ihre Mitte dunkel braun gefärbt, während ihre Peripherie

gelblich oder weisslich opak aussieht. Je härter der Schmelz, um so dunkler pflegt die Farbe zu sein, da bei härterem Schmelz der Verlauf der Caries ein langsamerer ist und die Intensität der Farbe rascher zunimmt, als der Process sich in die Fläche oder Tiefe ausbreitet.

Characteristisch ist aber immer der Verlust des normalen Durchscheinens der Schmelzsubstanz, die in eine erdige Masse verwandelt und dadurch den angeborenen weissen Flecken des Schmelzes sehr ähnlich ist, aus denen auch häufig Caries hervorgeht.

Die Härte des cariösen Schmelzes ist zwar immer geringer als im normalen Zustande, aber häufig noch sehr bedeutend, so dass man grosse Mühe hat, etwas von der Oberfläche abzukratzen. Es hat uns oft geschienen, als ob die oberflächlichste Schicht am resistentesten wäre, so dass nach ihrer Entfernung die tieferen Schichten sich leichter schneiden liessen.

In anderen Fällen ist jedoch die Härte des Schmelzes bedeutend vermindert, so dass derselbe kreidige oder selbst breiige Consistenz angenommen hat. Diese Verschiedenheiten beruhen zum Theil auf dem Stadium, in welchem sich der Process befindet, da die Härte mit der Zeit successive abnimmt, zum Theil aber wohl auch auf präexistirenden Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung oder physicalischen Härte, da der Schmelz bei manchen Zähnen viel rascher und in grösserer Ausdehnung erweicht wird als bei andern.

Die Oberfläche ist im Anfang noch vollständig glatt, man sieht die feinen parallelen Querstreifen, welche gewöhnlich die Oberfläche des Schmelzes überziehen, auch über die cariösen Flecke hinweglaufen, es hat demnach noch kein Substanzverlust stattgefunden. Dieses Stadium der Caries, wobei auch schon das Zahnbein eine analoge Veränderung bis zu einer ziemlichen Tiefe erfahren haben kann, liegt hauptsächlich der Beschreibung der sogenannten trocknen Caries zu Grunde. Je resistenter übrigens der Zahn, um so länger kann der Process in diesem Stadium stehen bleiben, während in anderen Fällen dieses Stadium sehr kurz ist, so dass der Process sich sehr bald unter dem Bilde der sogenannten feuchten Caries darstellt.

Es findet nun nach einiger Zeit eine Zerstörung der cariös veränderten Parthien des Schmelzes statt, wodurch ein Substanzverlust ent-

steht, der entweder flach ist oder sich als cariöse Höhle darstellt. Die Ausdehnung dieses Substanzverlustes in die Fläche ist jedoch selten sehr bedeutend, ehe der Process das Zahnbein ergriffen hat. Im letzteren schreitet er meist viel rascher fort als im Schmelz und breitet sich dabei nach der Tiefe und auch etwas nach der Breite aus. Die noch nicht von der Caries ergriffenen Theile des Schmelzes am Rande der Zerstörung werden dadurch unterminirt, zum Theil von der inneren Oberfläche aus erweicht, zum Theil brechen sie einfach ein, da sie ihre frühere Stütze von Seiten des Zahnbeins verloren haben. Man kann zwei Formen der cariösen Zerstörung des Schmelzes unterscheiden, eine mehr nach der Fläche fortschreitende und eine penetrirende. Die erstere entsteht besonders, wenn die Caries eine glatte Oberfläche des Schmelzes ergriffen hat, die zweite, wenn sie zuerst im Grunde einer Fissur aufgetreten ist.

Im ersteren Falle hat die cariöse Veränderung gleich von Anfang an eine ausgedehntere Parthie der Oberfläche des Zahnes ergriffen und die Zerstörung hat sich bereits über einen ziemlichen Theil derselben ausgedehnt, ehe sie durch die ganze Dicke des Schmelzes bis zum Zahnbein hindurchgedrungen ist. In letzterem Falle dagegen ist die Veränderung im Schmelz auf die Umgebung der Fissur beschränkt und die das Zahnbein an dieser Stelle deckende Schicht des Schmelzes ist meistens so dünn, dass das erstere sehr rasch bloss gelegt wird, worauf das rapidere Fortschreiten der Zerstörung im Zahnbein die Erscheinungen der Caries des Schmelzes meist völlig in den Hintergrund dringt.

Jedoch kommt es häufig vor, dass, wenn an einer Stelle auf eine der beschriebenen Arten eine cariöse Höhle sich zu bilden anfängt, zugleich oder hinterher der Schmelz an einer anderen Stelle gleichfalls von Caries ergriffen wird, die dann ihren eigenen Verlauf durchmacht, oder mit den anderen Heerden zusammenfliessen kann. Seltener ist es, dass die cariöse Veränderung sich über eine sehr grosse Oberfläche zugleich erstreckt, doch kommen Fälle vor, wo der grösste Theil des Schmelzes entweder cariös zerstört oder von Caries ergriffen ist, zu gleicher Zeit natürlich mit der Bildung einer oder mehrerer cariöser Höhlen.

Diese Fälle verdanken ihre Entstehung hauptsächlich gewissen

Bildungsfehlern, wo der Schmelz an zahlreichen Stellen Defecte, Gruben, Vertiefungen etc. darbietet, auch gewöhnlich qualitativ abnorm gebildet ist; jede der defecten Stellen kann in solchen Fällen zugleich, oder in kurzen Zwischenräumen Ausgangspunkt der Caries werden.

Microscopische Veränderungen bei der Caries des Schmelzes.

Man hat allgemein dem von Nasmyth entdeckten Schmelzoberhäutchen eine grosse Wichtigkeit für die Entstehung der Caries zugeschrieben, indem man dasselbe theils als Schutz gegen die Caries, theils als Keimstätte derselben sah. Dasselbe ist bekanntlich ein dünnes Häutchen, das man mit Leichtigkeit zur Anschauung bringen kann, wenn man einen frischen Zahn einige Zeit lang in verdünnte Salzsäure legt, wodurch die oberflächlichste Schicht des Schmelzes gelöst wird und das Häutchen sich im Zusammenhang von der Oberfläche des Zahnes abhebt. Es ist nach den Untersuchungen von Waldeyer (Untersuchungen über die Entwicklung der Zähne. II. Zeitschr. für rat. Med. 3. R. XXIV Bd. 2. u. 3. H.) der Rest der Schmelzanlage und zwar speciell des Stratum intermedium und des äusseren Epithels derselben. Die Elemente dieser Schichten wandeln sich, nachdem die Schmelzbildung beendet ist, in ein Pflasterepithel von scharf ausgeprägten, eckigen Zellen um, die in 2—3 Schichten unmittelbar auf dem fertigen Schmelz aufliegen. Diese Zellen werden mit der Zeit immer platter, und ihr Kern immer undeutlicher; schliesslich verschmelzen sie während des Zahndurchbruchs zu einer Art structurloser Haut, in der ohne Weiteres weder Kerne noch Zellenconturen mehr wahrnehmbar sind, während sich nach Waldeyer auch in diesem Stadium die Zellengrenzen mittelst der Silberimprägnation wieder zur Anschauung bringen lassen.

Gewöhnlich nimmt man an, das Schmelzoberhäutchen trage vermöge seiner grossen Resistenz gegen alle chemischen Agentien bedeutend zum Schutze des Zahnes bei. In der That verändert es sich nach den Angaben von Ficinus nicht durch Maceriren, noch durch Kochen in Wasser, und wird nicht gelöst durch conc. Mineralsäuren; durch kaust. Kali und Natron wird es weiss und etwas aufgelockert, ohne aber seinen Zusammenhang zu verlieren. Be-

denkt man jedoch, dass dasselbe zwar durch Säuren so gut wie nicht verändert wird, aber trotzdem durch Diffusion für dieselben durchgängig ist, so wird man den durch dieses Häutchen dem Schmelze gewährten Schutz nicht allzu hoch anschlagen dürfen. Wenn Säuren durch dasselbe hindurch zum Schmelz gelangen können, was schon durch die zu seiner Isolirung benutzte Methode bewiesen wird, so kann dasselbe zwar ihre Wirkung etwas aufhalten und verlangsamen, aber keineswegs völlig verhindern. Es wird daher hauptsächlich in den Fällen wirksam sein können, wo eine Säure vorübergehend mit den Zähnen in Berührung kommt, wie z. B. diejenigen Säuren, welche durch Nahrungsmittel u. dgl., in den Mund eingeführt werden, oder krankhafter Weise, z. B. aus dem Magen in denselben gelangen, und die rasch wieder aus dem Munde entfernt werden. Wenn dagegen in der Mundhöhle durch Gährungsprocesse für längere Zeit eine saure Reaction anhält, kann das Schmelzoberhäutchen keinen Schutz für den Schmelz abgeben. Der etwa durch dieses Häutchen dem Schmelze gewährte Schutz fällt jedoch bei einer grossen Anzahl von Zähnen weg, da es mit der Zeit durch Abnutzung, namentlich an der Kaufläche der Zähne verloren geht. Auch fehlt dasselbe häufig in der Tiefe der Gruben und Spalten der Kaufläche, Stellen, welche zugleich Lieblingssitze der Caries sind. Man hat diesen letzteren Umstand zum Theil wenigstens auf die Abwesenheit des Schmelzoberhäutchens geschoben; derselbe erklärt sich aber vollständig aus dem Schutze, den diese Vertiefungen der Entwickelung von Gährungsprocessen und mit Säurebildung verbundenen Zersetzungen angedeihen lassen.

Es ist auffallend, dass einige von den Autoren, welche in dem Schmelzoberhäutchen einen Schutz für den Schmelz erblicken, zu gleicher Zeit annahmen, es sei die Keimstätte des Caries, so Ficinus und Klencke, welche beide die früher schon von Erdl gemachte Angabe bestätigen, dass an den braunen cariösen Flecken im Beginn der Caries das Schmelzoberhäutchen von einer Auflagerung bedeckt sei, über deren Natur sie aber nicht übereinstimmen. Nach Ficinus besteht diese Auflagerung aus sog. Bühlmann'schen Fasern und Vibrionen, nach Klencke in manchen Fällen aus diesen Elementen, in anderen aus den Zellen seines angeblichen Protococcus dentalis.

Dass auf den cariösen Flecken das Schmelzoberhäutchen fast regel-

mässig durch aufgelagerte Massen verdickt ist, ist in der That leicht zu constatiren, und zwar bestehen dieselben constant aus Leptothrixpilzen, in der Regel nur aus der feinkörnigen Masse, der sogenannten Matrix des Pilzes, die aus ungemein feinen Sporen besteht, zuweilen auch aus Fäden, die aus derselben hervorwuchern und identisch sind mit den sogenannten Bühlmann'schen Fasern. Da dieser Pilz für die Entstehung der Caries und namentlich die des Zahnbeins, von grosser Wichtigkeit ist, so müssen wir über denselben etwas ausführlichere Mittheilungen machen.

Leptothrix buccalis.

Im Schleim des Mundes, auf der Zunge und zwischen den Zähnen kommt bekanntlich fast constant eine weissliche käsige Masse vor, die zum grössten Theil aus Leptothrix buccalis besteht. Unter dem Microscop zeigt sich eine graue, feinkörnige Masse, die sogenannte Matrix, und sehr feine steife Fäden von verschiedener Länge, die dicht gedrängt neben einander, wie ein feiner Rasen aus dieser Masse hervorwuchern. Seine vollkommenste Entwickelung findet der Pilz in den Zwischenräumen der Zähne, wenn man ihn ungestört wuchern lässt; seine Fäden erreichen da eine bedeutende Länge und sind zu Bündeln angereiht, in denen sie einen parallelen, leicht gewellten Verlauf nehmen, oder mehr unter einander verfilzt sind. Auf der Oberfläche der Zunge findet man grössere längliche kolbenförmige oder cylindrische Gebilde, die wie Kölliker nachwies, aus den Epithelialfortsätzen der fadenförmigen Papillen bestehen, welche sich mit einer dicken Rinde der Matrix des Pilzes überzogen haben und oft auch mit kurzen Fäden besetzt sind. Abgerissene Fäden finden sich sehr gewöhnlich in den Flüssigkeiten des Mundes.

Häufig findet man die Epithelzellen des Mundes dicht besetzt mit feinen, etwas länglichen Körnchen, denselben die in grösserer Anhäufung die sogenannte Matrix zusammensetzen. Die Ueberzüge, welche diese Körnchen über die Zungenpapillen bilden, zeigen sich bei genauer Betrachtung zusammengesetzt aus theilweise abgelösten, wie aufgeblätterten Epithelzellen, die von dicken Schichten der Körnchen bedeckt und untereinander zu einer compacten Masse vereinigt sind. Die hierdurch entstehenden kolbigen Gebilde sind oft sehr scharf begrenzt, und

die Körnchen so fest zusammengefügt, dass man die Substanz für ziemlich homogen halten könnte. Durch Säurezusatz lösen sich aber die Kolben sehr leicht in ihre Bestandtheile auf. Die käsigen Massen, welche sich in den Zwischenräumen der Zähne ansammeln, haben einen ähnlichen Bau; nur dass statt an die Epithelzellen, die Körnchen sich an die bereits gebildeten Pilzfäden anlagern, dieselben in mehr oder minder dicken Schichten bedecken und untereinander zusammenhalten. Man kann sehr gut die Entstehung dieser käsigen Massen verfolgen: man findet unter dem Microscop Fäden, an welche sich erst einige wenige Körnchen angelagert haben, an anderen Stellen solche, welche bereits mit einer Art Mantel von Körnchen umgeben sind und schliesslich solche, welche durch grössere Anhäufungen der Körnchen unter einander zusammengehalten sind.

Häufig sind aber auch die käsigen Massen zum grössten Theil oder ausschliesslich nur von den erwähnten feinen, meist etwas länglichen Körnchen zusammengesetzt.

Diese Körnchen sind nun nach Hallier (Die pflanzlichen Parasiten des menschlichen Körpers. Leipzig 1866, S. 66 ff.) nichts anderes als zur Ruhe gekommene Schwärmsporen, welche eine Zeit lang in der Mundflüssigkeit umher kreisen, aber schliesslich sich irgendwo festsetzen, zur Ruhe kommen und anfangen, durch Sprossung Glieder zu treiben. Wenn diese Ansicht richtig ist, was wir für sehr wahrscheinlich halten, so sind diese Schwärmsporen identisch mit den im Mundschleim vorkommenden kleinen vibrionenartigen Organismen, die in lebhafter Bewegung begriffen sind, den von Ficinus beschriebenen Denticolae, welche somit keine Infusorien sind. In der That hatte schon Ficinus diese Denticolae in Beziehung gebracht zu den sogenannten Bühlmann'schen Fasern, den Fäden von Leptothrix buccalis. Er hatte die ganz richtige Beobachtung gemacht, dass die von ihm für Infusorien gehaltenen Schwärmsporen eine Zeit lang zwischen den Pilzfäden und Epithelzellen umherschwärmen, sich dann aber schliesslich an einen der Faden anlegen und an demselben haften bleiben. Bald kommen noch mehrere dazu und so erklärt sich die Bildung der oben erwähnten von Körnchen bedeckten Pilzfäden und Epithelzellen. Ficinus meinte aber, die Fäden entständen durch Aneinanderreihung der Körnchen, was nicht richtig ist,

da sie vielmehr durch Auswachsen derselben und successive Bildung von immer länger werdenden Gliedern zu entstehen scheinen. Da Ficinus seine Denticolae für Infusorien hielt, konnte er natürlich keine richtige Ansicht über die Natur der sogenannten Bühlmann'schen Fasern gewinnen. Später kam man zwar zu der richtigen Ansicht, dass die Fäden pflanzlicher Natur seien, wusste aber die körnige Matrix nicht zu erklären; manche hielten sie, wie z. B. Robin für hervorgegangen aus zersetzten Speiseresten. Dies ist aber entschieden unrichtig, da sie in diesem Falle nicht immer das vollständig gleiche und characteristische Aussehen darbieten könnte, das sie wirklich besitzt. In Folge der Zusammensetzung aus ungemein feinen, ziemlich gleich grossen, meist etwas länglichen glänzenden Körnchen erhält diese Masse ein sehr characteristisches, oft wie chagrinirtes Aussehen, das sie überall sehr leicht erkennen lässt.

Nach den Untersuchungen von Hallier, dem wir die eben erwähnte Auffassung der körnigen Pilzmassen verdanken, soll Leptothrix buccalis nur eine Entwicklungsform des gewöhnlichen Schimmelpilzes, Penicillium glaucum sein, welche immer auftritt, wenn Sporen dieses Pilzes in wässerige Flüssigkeiten gesäet werden; die Richtigkeit dieser Ansicht, welche wir nicht geprüft haben, müssen wir jedoch dahin gestellt sein lassen.

Wie dem auch sein mag, so sind durch die Angaben von Hallier die Denticolae von Ficinus und zugleich die Bildung der Leptothrixmassen erklärt.

Es bleibt nur auffallend warum im Munde für gewöhnlich die Schwärmsporen so rasch ihre Bewegung verlieren, da man an den käsigen Massen nie eine Bewegung der Körnchen wahrnimmt, die ungemein fest unter einander zusammen gefügt sind. Auch ist ein Theil der im Mundschleim kreisenden vibrionenartigen Elemente grösser als die ungemein feinen Körnchen von Leptothrix, welche selbst allerdings auch von verschiedener Grösse sein können. Bei Kultur von Leptothrix in mit Zucker versetztem Speichel oder anderen geeigneten Flüssigkeiten sieht man meistens die Schwärmsporen in lebhafter Bewegung und in enormen Massen auftreten, die dann, wenn sie durch leichtes Austrocknen zur Ruhe gekommen sind, ganz das gewöhnliche Aussehen der Matrix von Leptothrix darbieten. Das baldige Aufhören der Bewegung könnte wohl durch die bedeutende Zähigkeit des Mediums, des Mundschleims

bedingt sein*). — Wir haben schon erwähnt, dass es sehr leicht ist, die Elemente des Pilzes an ihrem characteristischen Aussehen überall zu erkennen. Es ist jedoch wünschenswerth, für die nachfolgenden Untersuchungen eine Reaction zu haben, welche für die Gegenwart der Pilze beweisend ist, selbst wenn das äussere Aussehen trügerisch erscheinen könnte. Eine solche Reaction ist in der That vorhanden, sie besteht in einer schön violetten Färbung durch Einwirkung von Jod und Säuren.

Wir erhielten diese Reaction bei dem Versuche, die Cellulosereaction bei unserem Pilze anzustellen, und fanden nachträglich, dass dieselbe bereits von Leyden und Jaffé für Leptothrixpilze, die in den Lungen und in putriden Sputis vorkamen, angegeben wurde (s. Leyden und Jaffé, über putride Sputa und Bemerkungen über Lungenbrand und putride Bronchitis, deutsch. Archiv für klin. Med. 2. Bd. 4 & 5 1866. p. 488 ff.). Es handelte sich um Leptothrixpilze, die in putriden Sputis bei Lungenbrand entleert wurden, wobei die Sputa einen bedeutenden Säuregehalt hatten. Die Pilze färbten sich durch blossen Jodzusatz schön violett. Reine Leptothrix aus dem Munde färbt sich mit Jod

*) Es erklären sich nach dem Vorausgegangenen auch die verschiedenen Ansichten über die Zusammensetzung des Weinteins in Bezug auf seinen Gehalt an niedrigen Organismen. Nach Mandl ist der Weinstein zusammengesetzt aus den kalkhaltigen Panzern im Mundschleim lebender Infusorien, welche zu Millionen in demselben enthalten sein sollen; diese Ansicht wurde auch von Ficinus getheilt, dessen Denticolae offenbar dasselbe sind, was Mandl gesehen hatte. Früher hatte man den Weinstein für einen einfachen Absatz der Salze des Speichels gehalten und auch später sprach die Uebereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung des Weinsteins und der unorganischen Bestandtheile des Speichels sehr zu Gunsten dieser Annahme. Robin fand im Weinstein die bekannten Fäden von Leptothrix und zweifelte daher an den Angaben von Mandl. Nach unseren Beobachtungen finden sich nun im Weinstein sowohl die Fäden als auch die feinen Körner unseres Pilzes, die man erkennt, wenn man den Weinstein langsam durch Säuren entkalkt hat. Es ist wahrscheinlich, dass der Weinstein zuweilen mehr Fäden oder mehr körnige Leptothrixmassen enthält, so dass man wohl auch unter Umständen ausschliesslich letztere in ihm antreffen könnte (was sich mit den Angaben von Mandl in Einklang bringen liesse. Natürlich wird man aber keine Infusorien mit Kalkpanzern mehr annehmen können; die Salze des Weinsteins werden wohl jedenfalls durch Niederschläge aus dem Speichel geliefert die von dem zähen Schleim, der die Pilze enthält, aufgenommen und langsam an die Oberfläche der Zähne abgesetzt werden.

meist nur gelb, gewöhnlich tritt erst auf Zusatz irgend einer Säure eine violette Färbung ein. Zuweilen erhielten wir aber auch durch blossen Jodzusatz die violette Reaction, was wir durch einen etwas bedeutenderen Säuregehalt des Mundschleims zu erklären geneigt sind. Die Säure braucht nicht Schwefelsäure zu sein, wie bei der Cellulosereaction, sondern jede nicht zu stark wirkende Säure leistet denselben Dienst, namentlich erhielten wir die Reaction sehr gut mit verdünnter Salzsäure, mit Essigsäure und Milchsäure, mit Schwefelsäure gelang sie sogar in der Regel weniger gut, vielleicht weil diese Säure zu rasch weitere Zersetzungen hervorruft. Die Reaction, die wir erhielten, stimmt ganz überein mit der von Leyden und Jaffé beschriebenen, sowohl in der Farbe die wir gleichfalls schön violett (nicht blau wie bei Cellulose) fanden, als auch in dem Umstande, dass nicht die Hüllen, sondern der Inhalt der feinen Fäden gefärbt wird. Man erkennt dies daran, dass die Septa der Fäden (deren Existenz übrigens von Robin mit Unrecht geleugnet wird) ungefärbt bleiben. Die Gegenwart von Säuren scheint demnach für die Entstehung der Reaction nothwendig zu sein, wo aber die die Pilze enthaltende Flüssigkeit schon eine hinreichende Säuremenge enthält (wie z. B. in den putriden Sputis und auch zuweilen im Mundschleim) so braucht natürlich keine weitere Säure zugesetzt zu werden.

Wir bemerken noch zum Schluss, dass Leptothrix von manchen Autoren nicht als Pilz sondern als Alge angesehen wird. Wir gehen hier nicht auf diese Frage ein, die für uns nur eine untergeordnete Wichtigkeit besitzt und bemerken nur, dass wenn die Ansicht von Hallier sich bestätigte, dass Leptothrix buccalis nur eine Entwicklungsform von Penicillium glaucum ist, natürlich die Pilznatur von Leptothrix ausser Zweifel gesetzt wäre.

An der Oberfläche der cariösen Flecken des Schmelzes findet man nun, wie schon erwähnt, fast constant einen Ueberzug von Leptothrix, auch wenn die Oberfläche selbst noch völlig glatt und intact ist. Dieser Ueberzug haftet ziemlich fest und lässt sich nicht so leicht entfernen, wie die an den übrigen Theilen der Oberfläche sehr häufig ansitzenden käsigen Massen von Leptothrix. Wenn man durch verdünnte Säuren das Zahnoberhäutchen von dem Zahne sich abheben lässt, so zeigt es

sich an der betreffenden Stelle verdickt, meistens nur durch Auflagerung der feinkörnigen Masse, nur seltener finden sich darauf sitzende Pilzfäden. Es scheint als ob die Pilze zum Theil in die Substanz des Schmelzoberhäutchens eingedrungen wären, weil sie fest an demselben anhaften; sie lassen sich jedoch in diesem Stadium nicht in die Substanz des Schmelzes hinein verfolgen.

Die auf dem Zahnoberhäutchen aufgelagerten körnigen Leptothrixmassen sind nicht ganz gleichmässig vertheilt, sondern sie bilden öfters rundliche, oder unregelmässig gestaltete Anhäufungen, die jedoch nicht scharf begrenzt sind, und durch eine dünne Lage der körnigen Masse unter einander zusammenhängen. Die Bilder, welche hierdurch entstehen, lagen wahrscheinlich den Beobachtungen von Erdl, Ficinus und auch von Klencke zu Grunde. Sie wussten dieselben aber nicht richtig zu erklären. Die von Klencke beschriebenen und abgebildeten Zellen seines Protococcus dentalis haben wir nie gesehen und glauben nach Untersuchung einer grossen Menge von Zähnen, die alle ein übereinstimmendes Resultat lieferten, dass die betreffenden Angaben auf Täuschungen beruhen. Wir werden in unserer Meinung um so mehr bestärkt, als kein späterer Beobachter diese Kryptogame wieder gesehen hat. Es ist jedoch sehr schwer anzugeben, worauf die Täuschung beruhte, da wir auch nicht einmal etwas annähernd Aehnliches gesehen haben. Klencke beschreibt Zellen von $^1/_{150} - ^1/_{200}'''$ Durchmesser, die im Beginn der Caries zuerst in einfacher Lage dicht neben einander auf dem Zahnoberhäutchen aufgelagert sein sollen, später in mehrfacher Lage auftreten, indem sie sich sowohl durch Theilung als durch endogene Zellenbildung vermehren. Die Art dieser Vermehrung, durch welche die Zellen allmälig in die Zahnsubstanzen hinein wuchern sollen, ist so genau beschrieben und abgebildet, dass man erwarten sollte, wenigstens etwas dem Aehnliches zu finden.

Man findet zuweilen, wenn man an cariösen Flecken das Zahnoberhäutchen durch Säuren ablöst, seine Oberfläche von rundlichen, dicht neben einander stehenden Figuren bedeckt, die eine Art Epithelium mit körnigen, undeutlichen Conturen vertauschen können. Es sind aber Nichts Anderes als die Enden der Schmelzprismen, die an dem Zahnoberhäutchen sitzen geblieben sind. Dieselben können jedoch unmöglich mit

Pilzzellen verwechselt werden. Man könnte auch an die Möglichkeit einer Täuschung durch vegetabilische Substanzen denken, die als Speisereste, oder sonst auf irgend eine Weise an die Zähne gelangten. Es ist uns jedoch aus einigen Andeutungen wahrscheinlicher geworden, dass die rundlichen Anhäufungen von körniger Lepthothrix, die sich auf dem Zahnoberhäutchen bilden, die Ursache der Täuschung waren, obgleich allerdings eine starke Phantasie dazu gehört, um diese unregelmässigen, nicht scharf begrenzten Massen für Zellen zu halten.

Bei der Caries des Schmelzes scheinen diese Pilze keine so wichtige Rolle zu spielen, wie wir es weiter unten für die des Zahnbeins nachweisen werden, die Einwirkung von Säuren und die damit verbundene Zersetzung der organischen Substanz, kenntlich durch die braune Färbung, scheinen dabei wichtiger zu sein; doch ist wie wir sehen werden, in einem gewissen Stadium die Einwirkung der Pilze gleichfalls in Rechnung zu ziehen.

Für gewöhnlich scheint der Belag von Leptothrixmassen sich auf die Oberfläche des Zahnes zu beschränken, so lange noch keine Zerstörung der Substanz eingetreten ist. Vielleicht verhält es sich aber anders bei dem sogenannten grünen Ansatz der Zähne.

Derselbe findet sich bekanntlich hauptsächlich bei jugendlichen Individuen an den vordern Zähnen und wird gewöhnlich einer Zersetzung des Zahnoberhäutchens zugeschrieben. Man bemerkt dabei, dass der Process sich nicht auf die Oberfläche des Zahnes beschränkt, sondern in die Substanz des Schmelzes eindringt. Wir haben nur einen einzigen Fall dieser Veränderung untersucht; es wurden von der Oberfläche des Zahnes kleine ziemlich compacte Stückchen von grüner Farbe entfernt, die nicht Weinstein sondern eher veränderte Schmelzsubstanz zu sein schienen. Unter dem Microscop liess sich jedoch nicht mit Sicherheit entscheiden, ob es Schmelz war oder nicht und nach der vorsichtigen Entkalkung zeigte sich die Substanz ganz durchsetzt von feinen Leptothrixkörnchen. Die grüne Farbe fand sich nur an der Oberfläche der Stücke, war ziemlich intensiv und wurde durch Säuren nicht zerstört; sie zeigte sich als dünne, oft etwas faltige Fetzen oder als unregelmässige Körnchen ohne weitere Structur. Es sind daher weitere Beobachtungen nöthig, um zu entscheiden, ob bei dem grünen Ansatz die Pilze wirklich

in die Schmelzsubstanz eindringen, oder ob es sich dabei um eine besondere Art von Weinstein handelt, welches letztere aber weniger wahrscheinlich ist. Wenn sich ersteres bestätigt, so wäre ferner zu ermitteln, warum in diesen Fällen die Pilze in den Schmelz einzudringen im Stande sind, und die Natur der grünen Färbung ausfindig zu machen.

Was die Elemente des Schmelzes selbst betrifft, so finden sich an ihnen keine besonderen, der Zerstörung vorhergehenden morphologischen Veränderungen. Unter dem Microscop constatirt man nur, dass sich von kleinen Bruchstücken des Schmelzes viel leichter ein Bild seiner Structur erhalten lässt als von normalem Schmelze, wo man an Bruchstücken fast gar nichts von der Zusammensetzung aus Schmelzprismen erkennt. Dieser Umstand wird erklärt durch die theilweise Entziehung der Kalksalze in Folge des cariösen Processes. Cariöser Schmelz zeigt sich unter dem Microscop wie solcher, der mit Säuren behandelt wurde und unterscheidet sich von demselben hauptsächlich nur durch die mehr oder minder braune Farbe. Je weiter der cariöse Process vorgeschritten ist, um so deutlicher giebt sich dies kund; in kleinen Höhlen des Schmelzes findet man oft Trümmer desselben, die ungemein zart sind und die Grenzen der Schmelzprismen und ihre Querstreifen nur mit ganz feinen Conturen angeben, so dass man oft erst durch die bräunliche Farbe auf sie aufmerksam wird; ganz wie bei Einwirkung von Säuren, wo schliesslich nur ein zarter, membranartiger Rest bleibt, der noch die Schmelzstructur besitzt, aber zuletzt auch von der Säure zerstört wird.

Auch die Porosität des cariösen Schmelzes, dem derselbe den Verlust seines normalen Grades von Durchsichtigkeit und von Härte verdankt, findet sich ganz ebenso bei Schmelz, auf den verdünnte Säuren eingewirkt haben. Es lassen sich verhältnissmässig leicht kleine Stückchen absprengen, die bei mässigem Druck in viele kleine Trümmer zerfallen. Dabei isoliren sich die Schmelzprismen nur ganz ausnahmsweise; die Bruchstellen gehen meistens schräg und quer und isolirte Prismen kommen nur als ganz kurze Stückchen vor. Die Porosität kann daher nicht auf einer Verminderung des Zusammenhangs der Schmelzprismen beruhen, sondern höchst wahrscheinlich durchziehen feine Risse und Sprünge den Schmelz nach den verschiedensten Richtungen und ganz unabhängig

von seiner histologischen Structur. Auch die Porosität ist daher auf die Einwirkung von Säuren zurückzuführen, sie hat ihren Grund in einer theilweisen Auflösung der Kalksalze, vielleicht auch in der dabei jedenfalls stattfindenden geringen Kohlensäureentwickelung, welche die kleinsten Theilchen des Gewebes aus einander treiben muss.

Die braune Farbe des cariösen Schmelzes, welche auch dem cariösen Zahnbein zukommt, beruht wahrscheinlich auf einer Zersetzung der organischen Bestandtheile dieser Gewebe. Jedenfalls wird sie nicht durch die Leptothrixpilze hervorgebracht, welche ganz farblos oder nur in sehr dicken Schichten schwach gelblich sind; in manchen Fällen, wie namentlich in cariösen Höhlen können allerdings auch die Pilze eine bräunliche Färbung darbieten, dies ist aber Ausnahme und die Farbe ist ihnen dann von den umgebenden in Zersetzung begriffenen Massen mitgetheilt. Man kann im Gegentheil die Reste der Zahngewebe die von Leptothrixmassen eingehüllt sind, meist sehr deutlich durch ihre bräunliche Farbe von letzteren, welche graulich aussehen, unterscheiden. Die Farbe ist verschieden intensiv, wie schon oben hervorgehoben wurde, und im Allgemeinen um so dunkler, je härter der Zahn, je langsamer der Verlauf der Caries, je länger also die Färbung Zeit hat, sich zu entwickeln. Sie ist im Schmelze, wenn noch keine Zerstörung eingetreten ist, gewöhnlich auf die obersten Schichten beschränkt, vielleicht wegen des grösseren Gehaltes des Zahnoberhäutchens an organischen, zersetzbaren Stoffen. Man könnte glauben, es liege an dem an der Oberfläche stattfindenden freien Zutritt der atmosphärischen Luft; dies wird jedoch dadurch widerlegt, dass die Färbung im Zahnbein zuweilen wieder beginnt, nachdem sie in den tieferen Lagen des Schmelzes aufgehört hatte, und dass sie sich oft, allmählig abnehmend, bis zur Pulphöhle in die Tiefe fortsetzt. (S. Taf. I. Fig. 2., wo an einer Stelle auf der linken Seite der Krone die bräunliche Färbung im Schmelz von der Oberfläche nach der Tiefe zu allmälig abnimmt, um an der Oberfläche des Zahnbeins aufs neue stärker zu werden.)

Ist es einmal zu einem Substanzverlust an der Oberfläche des Schmelzes gekommen, so ist der Grund desselben beständig von der körnigen Masse und häufig auch von Fäden des Leptothrixpilzes bedeckt, die in die Unebenheiten und Vertiefungen der Oberfläche eindringen.

Die kleinen cariösen Höhlen, welche sich nicht selten in Vertiefungen des Schmelzes bilden, sind erfüllt von Pilzmassen und Schmelztrümmern, welche von ersteren umwuchert sind.

Es ist meist schwer, die Elemente des Schmelzes, wenn sie schon bedeutend erweicht sind, microscopisch zu erkennen; doch zuweilen, wenn die Querstreifung gut ausgesprochen ist, kann man braun gefärbte und fast vollständig entkalkte Schmelzfragmente nachweisen, welche ganz von den Pilzmassen eingehüllt sind, die durch ihre Wucherung gewiss zu ihrer Zerstörung beitragen.

Der Hergang bei der cariösen Zerstörung des Schmelzes scheint uns daher folgender zu sein: Durch Einwirkung von Säuren wird an einer Stelle der Schmelz poröser, und verliert seine normale Härte, zu gleicher Zeit färbt er sich braun durch eine Veränderung seiner organischen Substanz, an der Oberfläche bildet sich ein Pilzbelag, der wahrscheinlich in das Zahnoberhäutchen, wenn es noch vorhanden ist, eindringt und dasselbe zerstört; es entstehen Sprünge und Spalten in dem weicher gewordenem Schmelz, saure Flüssigkeit und die kleinen Pilzkörner dringen in sie ein, es trennen sich kleine Stücke des Schmelzes ab, die von den Pilzen umwuchert werden, und sich unter fortwährender Einwirkung der Säuren auflösen.

In manchen Fällen kann der Process sehr lange oder vielleicht für immer in dem ersten Stadium stehen bleiben, dem der sogenannten trockenen Caries, die sich nur durch etwas vermehrte Porosität in Folge wenig intensiver Säureeinwirkung und durch oberflächliche braune Färbung characterisirt.

Gerade entgegengesetzt sind die Fälle, wo die Zerstörung im Schmelze schon ganz kurze Zeit nach dem Anfang des Processes sich einstellt, wenn die braune Färbung noch kaum Zeit gehabt hat, sich auszubilden. Diese Verschiedenheiten des Verlaufes müssen hauptsächlich auf verschiedene Prädisposition für die Erkrankung zurückgeführt werden, sei es dass dieselbe in wirklichen Bildungsfehlern, oder nur in einer verschiedenen Härte und Resistenz der Schmelzsubstanz begründet ist.

Caries des Zahnbeins.

Die cariöse Veränderung des Zahnbeins beginnt gewöhnlich, sobald sich die des Schmelzes bis zur Oberfläche des Zahnbeins fortgesetzt

hat, wobei es von besonderen Umständen abhängt, ob die eigentliche Zerstörung und Bildung eines Substanzverlustes an der Oberfläche des Schmelzes schon begonnen hat oder nicht, Es lässt sich auch beim Zahnbein der cariöse Process in 2 Stadien eintheilen, das der vorbereitenden cariösen Veränderung und das der cariösen Zerstörung. Auch das Zahnbein erleidet, ehe es dem Zerstörungsprocesse anheimfällt, gewisse Veränderungen, die wie beim Schmelze in einer mehr oder minder ausgesprochenenen braunen Färbung und einer auf Verlust von Kalksalzen beruhenden Verminderung seiner Consistenz bestehen; ausserdem finden sich in einem gewissen Stadium eigenthümliche histologische Veränderungen, die man durch aktive, vitale Processe entstanden glaubte, die aber einer ganz anderen Ursache, nämlich einer parasitischen Wucherung von Leptothrixpilzen ihre Entstehung verdanken.

Diese letzteren spielen auch bei der definitiven Zerstörung des cariös veränderten Zahnbeins eine höchst wichtige Rolle.

Die Caries setzt sich gewöhnlich von dem Schmelz auf das Zahnbein fort, in selteneren Fällen von Cemente aus, wenn dieser entblösst und angegriffen war, oder es beginnt die Caries gleich anfangs im Zahnbein, wenn es durch einen Bildungsfehler oder durch eine mechanische Verletzung bloss liegt.

Der cariöse Process verläuft im Zahnbein weit rascher als im Schmelz; von einer kleinen Stelle der Oberfläche aus kann rasch ein grosser Theil des Zahnbeins von der cariösen Veränderung und Zerstörung ergriffen werden, so dass die Zerstörung des Schmelzes nicht mehr gleichen Schritt damit zu halten vermag.

Die Ursache dieses rascheren Verlaufs der Caries im Zahnbein ist in der Structur des letzteren begründet. Die für Flüssigkeit leicht zugänglichen Zahnröhrchen bieten natürlich der Wirkung der schädlichen Agentien eine unendlich viel grössere Oberfläche dar und müssen dieselben viel leichter tief in das Innere der Substanz eindringen lassen, als dies bei dem harten, der Kanäle baren Schmelze der Fall sein kann.

Eine andere Ursache des rascheren Verlaufes der Caries im Zahnbein liegt in den meisten Fällen darin, dass wenn sich erst eine cariöse Höhle gebildet hat, der Schmelz eine schützende Decke abgiebt, unter welcher der Process ungestört durch das Reinigen der Zähne und das Abreiben

beim Kauakt sich weiter entwickeln kann, während an der Oberfläche die Caries des Schmelzes durch die erwähnten mechanischen Manipulationen beständig gestört wird. Der röhrige Bau des Zahnbeines scheint jedoch das wichtigere Moment zu sein und dass dem wirklich so ist, geht aus der Beobachtung des Verlaufes der Caries auf das deutlichste hervor. Dieselbe folgt bei ihrer Ausbreitung hauptsächlich der Richtung der Zahnkanälchen und dehnt sich viel weniger leicht und rasch nach der Breite als nach der Tiefe, in der Richtung der Pulphöhle zu aus.

Schneidet man einen cariösen Zahn der Länge nach durch, so stellt sich, wie Tomes zuerst hervorhob, das cariös veränderte Zahnbein, wenn noch keine Zerstörung erfolgt ist, dar in der Form eines bräunlichen, etwas durchscheinenden Kegels mit nach aussen gekehrten Basis, der seine Entstehung eben dem Umstande verdankt, dass die cariöse Veränderung in ihrem Fortschreiten dem Lauf der Zahnkanälchen gegen die Pulpa hin folgt; die Kegelform ist daher durch den convergirenden Lauf der Zahnkanälchen bedingt. (Taf. I. Fig. 1 u. 2 zeigen bei 3 facher Vergrösserung derartige Kegel cariösen Zahnbeins auf dem Längsschnitte sowohl mit als ohne Zerstörung an der Oberfläche.)

Ist bereits ein Theil des Zahnbeins cariös zerstört, so ist natürlich kein reiner Kegel mehr vorhanden, aber man findet immer noch eine Zone cariös veränderter Substanz in der Umgebung des Substanzverlustes oder der Höhle, die sich gegen die Pulphöhle kegelförmig verjüngt.

Man beobachtet diesen Kegel von cariös verändertem Zahnbein schon in einem Stadium, wo die äussere Oberfläche des Schmelzes noch ganz glatt ist, daher noch kein Substanzverlust stattgefunden hat, wenn nur die ganze Dicke des Schmelzes cariös verändert ist und keine Schicht normalen Schmelzes das Zahnbein deckt.

Magitot (traité de la carie dentaire S. 26) gibt an, dass der Kegel zuweilen an einer von der Oberfläche des Zahnbeins etwas entfernten Stelle beginne. Wir glauben jedoch, dass die von ihm gegebene Abbildung sich dadurch erklären lässt, dass der Längsschitt des Zahnes nicht durch das Centrum der cariös veränderten Stelle ging und desshalb die Stelle nicht traf, wo der Process sich vom Schmelz auf das Zahnbein fortgesetzt hatte. Die cariöse Veränderung konnte sich im Zahnbein von dieser Stelle aus

in einer geringen Tiefe seitlich ausgebreitet und dabei die oberflächlichsten Schichten des Zahnbeins intakt gelassen haben. Wenn wir die Zähne in der Mitte der carös veränderten Stelle durchschnitten, zeigte sich immer die cariöse Veränderung an der Oberfläche des Zahnbeins beginnend.

Der erwähnte Kegel wurde schon von mehreren Autoren, namentlich aber von Tomes und Magitot erwähnt und beschrieben. Auffallender Weise betrachtete man aber denselben nicht als das erste Stadium des cariösen Processes, sondern als das Resultat einer organischen Reaktion, die der Caries im Zahnbein vorhergehen und dasselbe gegen ihren Angriff resistenter machen soll.

Nach der Untersuchung einer grossen Anzahl durchschnittener Zähne können wir jedoch dieser Ansicht nicht beipflichten. Wie dies auch schon von Spence Bate (s. Sitzungsber. der Londoner odontol. Gesellschaft v. 7. März 1864 in Britisch Journ. of Dent. Sc.) ausgesprochen wurde, können wir diesen Kegel für Nichts anders als das erste Stadium des cariösen Processes, im Zahnbein ansehen.

Dies geht schon hervor aus seinen physicalischen Eigenschaften: seiner bräunlichen Farbe, der verminderten Härte und grösseren Durchsichtigkeit seiner Substanz.

Die bräunliche Farbe des Kegels haben wir constant in allen Fällen angetroffen, sei es dass an der Oberfläche bereits die Zerstörung begonnen hatte oder nicht. Wir haben schon beim Schmelz erwähnt, dass wir dieselbe auf eine Zersetzung der organischen Bestandtheile der Zahnsubstanzen zurückführen. Ihre Intensität ist wie beim Schmelz verschieden, um so dunkler je langsamer der Verlauf und je härter der Zahn. In der Regel ist die Färbung eine ganz diffuse, zuweilen aber findet man auch in den Zahnkanälchen kleine braune Pigmentkörnchen in grösserer oder geringerer Menge abgelagert.

Die Härte der Substanz des Kegels variirt gleichfalls sehr bedeutend. Wenn noch keine Zerstörung der Substanz oder Bildung einer cariösen Höhle erfolgt ist, so ist unter Umständen die Härte noch ziemlich gross, besonders in den tiefen Schichten und bei von Natur sehr harten, resistenten Zähnen, also bei sogenannter Caries sicca. Doch kann man sich auch bei dieser Form oft genug überzeugen, dass die Härte des

Kegels, wenn auch ziemlich bedeutend, doch geringer ist als die des gesunden Zahnbeines desselben Zahnes.

In anderen Fällen dagegen ist die ganze Substanz des Kegels deutlich weicher als das normale Zahnbein, wobei aber auch gewöhnlich die tieferen Schichten weniger erweicht sind, als die oberflächlichen. Dies ist namentlich der Fall, wenn sich bereits eine cariöse Höhle gebildet hat; man findet unter der Oberfläche derselben immer eine Schicht erweichten Zahnbein's, die im Begriffe steht, sich völlig aufzulösen. Die Dicke dieser Schicht ist aber verschieden; bei der sog. weichen Caries erstreckt sie sich ziemlich weit in die Tiefe und geht unmerklich in die tieferen Schichten des Kegels über; bei mehr trockener Caries dagegen ist die erweichte Schicht unter der Oberfläche von viel geringerer Dicke und kann mitunter fast ganz fehlen.

Diese Verschiedenheiten hängen offenbar von der grösseren oder geringeren Rapidität ab, mit der der Zerstörungsprocess in dem cariös veränderten Zahnbein fortschreitet. Hat die der Zerstörung vorhergehende pathologische Veränderung des Zahnbeins eine bedeutende Erweichung seiner Substanz hervorgebracht, so schreitet die Zerstörung natürlich rascher vorwärts und eine dicke Schicht völlig zerfallener Substanz ist an der Oberfläche im Begriff sich abzustossen. Ist das Zahnbein dagegen sehr hart und durch den cariösen Process nur wenig erweicht, so greift die Zerstörung nur langsam um sich und die zerfallene Substanz an der Oberfläche bildet nur eine dünne Schicht, oder scheint in manchen Fällen ganz zu fehlen.

Auch das durchscheinende Aussehen der Substanz des Kegels beweist, dass es sich um das Anfangsstadium des cariösen Processes handelt. Man erkennt dasselbe besonders gut auf feinen Durchschnitten, die sich von der weicheren cariösen Substanz ziemlich leicht anfertigen lassen, oder wenn diese noch zu hart ist, an Schliffen. Die braune Farbe tritt an solchen Präparaten wegen ihrer geringen Dicke wenig hervor und nur da wo sie besonders intensiv ist, weshalb auch wohl Tomes und Magitot nicht das nöthige Gewicht darauf gelegt haben, sie zeigt sich deutlicher an der Länge nach halbirten Zähnen.

In Bezug auf Durchsichtigkeit verhält sich das Zahnbein gerade umgekehrt, wie der Schmelz. Während normaler Schmelz in gewissem Grade durchscheinend ist, zeigt sich das Zahnbein im normalen Zu-

stande weisslich oder gelblich opak; in Folge des cariösen Processes wird der Schmelz undurchsichtig, erdig weiss, das Zahnbein dagegen mehr durchscheinend, fast knorpelartig.

Wir haben schon bei der Caries des Schmelzes vorläufig bemerkt, dass der Verlust seiner Transparenz auf die Einwirkung von Säuren zu schieben ist, welche, wie wir weiter unten ausführlich zeigen werden, ausserhalb des Mundes eine ganz ähnliche Veränderung an ihm hervorbringen. Letzteres gilt nun auch von dem Zahnbein: durch Säuren entkalktes Zahnbein ist durchscheinend und hat Aussehen und Consistenz des Knorpels; unvollständig entkalktes Zahnbein gleicht, abgesehen von der braunen Farbe, gewissen Arten cariös veränderten Zahnbeins; in späteren Stadien unterscheidet sich allerdings letzteres durch seine noch geringere Consistenz und ausserdem bieten sich noch sonstige Unterschiede der Structur dar, da die Einwirkung der Säuren nicht allein den cariösen Process hervorruft.

Nach diesem kann für uns kein Zweifel daran sein, dass die Diaphanität cariösen Zahnbeins der Entziehung von Kalksalzen ihre Entstehung verdankt.

Tomes und nach ihm Magitot haben eine andere Erklärung dieser Eigenschaft zu geben versucht. Tomes schreibt die Diaphanität des Zahnbeins der Verkalkung der in den Kanälchen enthaltenen, von ihm entdeckten Zahnfasern zu. In der That konnten auch wir sehr häufig, namentlich an der Grenze der diaphanen Zone gegen das gesunde Zahnbein hin, die Existenz von zahlreichen stäbchenförmigen Gebilden und an einander gereihten Körnchen welche aus Kalksalzen bestanden, im Inneren der Zahnkanälchen beobachten.

Jedoch kann die Durchsichtigkeit der Substanz unmöglich auf der Existenz dieser Concretionen beruhen. Einmal finden sie sich nicht constant und wo sie vorkommen, nicht immer über die ganze durchscheinende Substanz ausgedehnt. Meistens treten sie nur an der Grenze der pathologisch veränderten Substanz in einer ziemlich dünnen Zone auf. Man erkennt sehr gut an Zahnschliffen, dass die Durchsichtigkeit sich keineswegs nur da findet, wo diese Concretionen vorkommen, und dass diese letzteren zum Aussehen bei Betrachtung mit blossem Auge kaum etwas beitragen. Es lässt sich jedoch auch zweitens schon a priori nachweisen,

dass die fraglichen Concretionen keine Durchsichtigkeit des Gewebes hervorbringen können. Sie wären dies nur im Stande, wenn sie das Gewebe homogener machten, d. h. wenn die in die Röhrchen abgelagerte Substanz in ihrer Lichtbrechung der Zwischensubstanz sehr ähnlich wäre, und hierdurch auf Schnitten die Begrenzungen der Kanälchen blasser, weniger dunkel würden. Das opake Aussehen des normalen Zahnbeins ist zum Theil wenigstens durch seine Structur bedingt, in welcher Theilchen von verschiedener Lichtbrechung (die Kanälchen und die Intertubularsubstanz) regelmässig mit einander abwechseln. Die in den Zahnkanälchen enthaltenen Concretionen müssten aber eher das Gegentheil bewirken; dieselben zeichnen sich unter dem Microscop durch ihre dunkeln Conturen aus, als Beweis, dass sie das Licht anders brechen als die umgebende Substanz, ausserdem sind sie in viele kleine Stücke zerklüftet, was ebenfalls die Ungleichmässigkeit der Structur vermehrten und die Durchsichtigkeit vermindern muss. Wir erinnern hier nur an die Undurchsichtigkeit, welche feine, an einander gereihte Fetttröpfchen, welche bekanntlich das Licht gleichfalls stark brechen, in den Geweben hervorbringen u. dgl. Wenn trotzdem im Ganzen das Gewebe durchscheinend bleibt, so ist dies ohne Zweifel dadurch zu erklären, dass der Effekt der Entkalkung viel bedeutender ist, und durch die kleinen Ungleichmässigkeiten des Gewebes nicht wesentlich gestört wird.

Wir werden weiter unten auf die Entstehung der Verkalkungen in den Zahnkanälchen und die auf ihr Vorkommen gebauten Ansichten von Tomes und Magitot ausführlicher zurückkommen. Wir begnügen uns für jetzt mit dem Nachweis, dass die Diaphanität des cariösen Zahnbeins nicht durch sie erklärt werden kann.

Aus Allem dem gesagten geht hervor, dass die Bildung des Kegels von bräunlicher mehr diaphaner Substanz im Zahnbein von Anfang an zu dem eigentlich cariösen Process gerechnet werden muss, und dass sie nicht etwas der Caries Vorhergehendes und von ihr Verschiedenes ist. Untersucht man eine grosse Menge durchschnittener Zähne so ergibt sich dies übrigens unmittelbar aus der Vergleichung der verschiedenen Formen und Stadien, da man alle Uebergänge auffindet zwischen Zähnen, wo die Substanz des Kegels ziemlich hart ist und wo man über ihre Natur im Zweifel sein könnte, zu solchen, wo der Kegel ganz deutlich aus erweichter und im Zerfall begriffener Substanz besteht.

Microscopische Veränderungen des Zahnbeins bei dem cariösen Processe.

Die microscopischen Veränderungen, welche das Zahnbein bei dem cariösen Processe erleidet, sind von sehr grosser Wichtigkeit zur Entscheidung der über die Natur dieses Processes schwebenden Fragen, namentlich der Frage, ob und wie weit dabei organische Vorgänge mit im Spiele sind. Wir haben weiter oben (in der Uebersicht des jetzigen Standes unserer Kenntnisse) angeführt, dass von verschiedenen Autoren im Zahnbein eigenthümliche histologische Veränderungen beobachtet wurden, über deren Natur sie jedoch nicht unter einander übereinstimmen. Man wäre vielleicht eher zu einer Einigung gelangt, wenn man mehr Rücksicht auf die Art und Weise genommen hätte, wie der schliessliche Zerfall des Gewebes zu Stande kommt. Wir unterscheiden 2 Stadien der Caries des Zahnbeins, die allerdings nicht ganz streng zu trennen sind, ein vorbereitendes Stadium der Entkalkung und Erweichung, in welchem auch die fraglichen microscopischen Veränderungen vor sich gehen, und ein Stadium des direkten Zerfalls. Bis jetzt pflegte man nun meistens einfach anzunehmen, dass das entkalkte Zahnbein durch irgend einen Zersetzungsprocess fauliger oder anderer Art zerstört werde und sich auflöse. Es ist aber nicht schwer nachzuweisen, dass zu dieser Zerstörung Leptothrixpilze in sehr erheblicher Weise beitragen, indem sie in Spalten und Lücken des entkalkten Gewebes bis in ziemliche Tiefe eindringen, dasselbe in kleinere Trümmer auflösen und wahrscheinlich auch direkt durch ihre Wucherung an der Absorption des zerfallenden Gewebes theilnehmen.

Wir werden jedoch weiterhin nachweisen, dass auch ein grosser Theil, wenn nicht alle der am cariösen Zahnbein beobachteten microscopischen Veränderungen dem Hineinwuchern der Elemente dieses Pilzes in die Zahnkanälchen und zum Theil auch in die Intertubularsubstanz ihre Entstehung verdanken.

Wir betrachten zunächst die Vorgänge, welche den directen Zerfall des Gewebes bedingen; wir befolgen dabei zwar den umgekehrten Weg, wie den, welchen die Veränderungen selbst genommen haben, doch hat dies keinen Nachtheil, weil die Kenntniss dieser Vor-

gänge zum Verständniss der vorhergehenden Veränderungen wünschenswerth ist.

Untersucht man etwas von der zerfallenden Substanz, welche die Oberfläche einer cariösen Höhle deckt und die immer auch eine saure Reaktion darbietet, so erstaunt man über die bedeutenden Mengen von Leptothrixpilzen, welche sich in derselben vorfinden. Die obersten Schichten bestehen, abgesehen von den etwa angesammelten Speiseresten ausschliesslich aus der Matrix und den Fäden des Pilzes. Entfernt man dieselben, so kommt man auf Schichten, die schon Consistenz genug haben, um zusammenhängende Schnitte zu liefern. Dieselben bestehen, wie Taf. II. Fig. 2 zeigt, aus kleinen unregelmässigen Stücken cariösen braungefärbten Zahnbeins, die ganz umwuchert und zusammengehalten sind von Massen des Pilzes, namentlich der feinkörnigen Matrix. In noch tieferen Schichten nimmt die Masse des Zahnbeins zu, die des Pilzes ab, so dass bald ersteres die Hauptmasse ausmacht. Man sieht dann in dem braun gefärbten cariösen Zahnbein grössere unregelmässige Lücken und Spalten, die von der Matrix und zum Theil auch von Fäden des Pilzes ausgefüllt sind (Taf. II Fig. 1). Man kann diese Anordnung am besten mit Gängen oder Adern im Gestein vergleichen. Die Gänge des Pilzes nehmen je weiter in die Tiefe immer mehr ab, einzelne erstrecken sich jedoch bis zu einer ganz ansehnlichen Tiefe, wo sie meistens einen den Zahnkanälchen parallelen Lauf annehmen. Man erkennt dies sehr schön an grösseren Schnitten entkalkter Zähne, wie auch an Zahnschliffen. Die Bilder, welche man dabei erhält, lassen keine andere Annahme zu, als dass die Pilze durch ihre Wucherung aktiv in das Gewebe eingedrungen sind und dass sie nicht etwa präexistirende Lücken erst ausgefüllt haben. Solche finden sich nirgends vor und wir werden weiter unten beweisen, dass die Zahnkanälchen den Hauptweg bilden, auf dem die Pilze in das Gewebe eindringen.

Auf Durchschnitten sieht man häufig scheinbare Inseln im Zahnbein, die von der feinkörnigen Matrix des Pilzes erfüllt sind (Taf. II. Fig. 6). Die Entstehung derselben erklärt sich leicht durch die Schnittführung, welche einen mit Pilzen erfüllten Gang quer durchsetzte, und daher nothwendig eine scheinbar isolirte Insel erzeugen musste; daneben

finden sich immer andere ähnliche Gänge, die mit der Oberfläche zusammenhängen.

Die bisherigen Beobachter beschränkten sich darauf, das Vorkommen von Leptothrixpilzen in der die cariösen Höhlen erfüllenden Substanz anzuführen, ohne jedoch denselben eine Rolle bei dem Zerstörungsprocesse zuzuschreiben. Sie beobachteten nicht ihr Eindringen in die Substanz des erweichten Zahnbeins und hielten desshalb ihre Anwesenheit für unwesentlich oder zufällig. Nach dem von uns geschilderten Verhalten können wir jedoch nicht umhin anzunehmen, dass die Wucherung des Pilzes wesentlich zum Zerfall des Gewebes beiträgt. Die Hauptursache, warum man dies bisher nicht erkannte, liegt darin, dass man die körnigen Pilzmassen mehr für zersetzte organische Substanz als für wesentlich zu Leptothrix gehörige Elemente ansah. Die Reaktion mit Jod und Säuren, die sowohl für die körnige Masse als die Fäden eine vollständig gleiche schön violette Färbung giebt, lässt jedoch über die Natur der sogenannten Matrix keinen Zweifel.

Die Zeichnungen und Angaben von Klencke über das Hineinwuchern seines Protococcus dentalis in das Zahnbein haben eine gewisse Aehnlichkeit mit den soeben von uns beschriebenen Bildern. Die Aehnlichkeit bezieht sich jedoch nur auf die Art der Weise, wie seine sogenannten Zellen in das Zahnbein hineinwuchern sollen. Namentlich könnte seine Figur 15 (l. c. S. 57) schliessen lassen, dass er dasselbe vor sich hatte, wie wir. Was sich jedoch in diesen Angaben und Zeichnungen auf das Aussehen, die Form etc. der parasitischen Wucherung bezieht, ist, wie wir schon oben ausgeführt haben, reines Phantasiegemälde.

Die Angaben von Ficinus, nach welchen an der Oberfläche des cariösen Zahnbeins massenhaft Vibrionen, die von ihm sogenannten Denticolae vorkommen sollen, erklären sich sehr einfach, wenn sich die Ansicht von Hallier bestätigt, dass die Leptothrixkörner zur Ruhe gekommene Schwärmsporen sind. Wir haben allerdings bei der Untersuchung cariöser Zähne die körnigen Massen von Leptothrix gewöhnlich in Ruhe gesehen und meist nur eine verhältnissmässig kleine Menge von umherschwärmenden Sporen beobachtet; doch glauben wir, dass hierin Verschiedenheiten vorkommen können, und dass man unter Umständen sehr grosse Massen in Bewegung begriffener Schwärmsporen

antreffen wird. Die Beobachtungen von Ficinus würden dann mit den unsrigen in Einklang gebracht sein, wenn auch die vermeintlichen Infusorien dann als Schwärmsporen von Leptothrix angesehen werden müssten.

Gehen wir nun über zur Betrachtung der Veränderungen des Zahnbeins, welche dem cariösen Zerfall vorhergehen. Das bräunliche erweichte Zahnbein von faseriger Consistenz, das sich unter einer cariös zerstörten Oberfläche findet, zeigt, abgesehen von den bis jetzt beschriebenen in dasselbe eindringenden Pilzmassen, eigenthümliche Veränderungen an den Zahnkanälchen, die im Allgemeinen von der Tiefe gegen die Oberfläche hin zunehmen. An Querschnitten' die sich mit dem Messer sehr leicht anfertigen lassen, sieht man die Kanälchen sich allmälig sehr bedeutend erweitern, in Folge der Anfüllung mit einer feinkörnigen Masse. Dabei sind die erweiterten Kanälchen meist von einer im normalen Zustande nicht sichtbaren Contour umgeben, welche andeutet, dass das Lumen von einer ziemlich dicken Wandschicht umgeben ist. Die Dicke der Wandschicht ist verschieden, wechselt aber weniger als die Weite der Kanälchen.

Man kann von den normal gebliebenen Stellen ausgehend alle Uebergänge beobachten von normalen Querschnitten der Zahnkanälchen ohne nachweisbare Wandschicht zu solchen mit verdickter Wand und beginnender Ausdehnung und Erfüllung mit einer fremdartigen Substanz, bis schliesslich zu sehr bedeutender Ausdehnung (s. Taf. II. Fig. 4). Bei letzteren kann immer noch eine von dem Inhalt verschiedene Wandschicht vorhanden sein, bei sehr starker Ausdehnung jedoch ist dieselbe zuweilen nicht mehr deutlich zu sehen. In anderen Fällen, wo die Kanälchen eine mässige Weite besitzen, aber die Wandung ziemlich stark verdickt ist, sieht man grosse glänzende, dicht neben einander liegende Kreise, die wie die zwischen ihnen befindliche Substanz gelblich braun gefärbt sind, und an welchen man nur bei genauer Einstellung den etwas körnigen Inhalt von der glänzenden Wandschicht unterscheidet. (Siehe bei schwacher Vergrösserung Taf. II. Fig. 3., wo die Wandschichten nicht zu sehen sind.) Mitunter ist die Ausdehnung so weit gediehen, dass wenn die Kanälchen dicht gedrängt stehen, sie sich nicht allein mit den Rändern berühren, sondern gegenseitig abplatten, wodurch auf dem Querschnitte Polygone anstatt Kreise zu sehen sind.

Auf den ersten Anblick macht es oft den Eindruck, als ob die Kanälchen durch immer zunehmende Dicke der Wandungen schliesslich obliterirt wären, wie auch Neumann die Sache darstellt (s. l. c. Arch. f. klin. Chir. Bd. VI. H. 1.) während Tomes die verdickten Zahnkanälchen mit Stielen von Tabakspfeifen vergleicht, also keine vollständige Obliteration annimmt. Wir haben uns jedoch überzeugt, dass in allen Fällen das Lumen der Röhrchen erweitert und mit einer feinkörnigen, zuweilen mehr homogen aussehenden Masse erfüllt ist, welche von einer mehr oder minder dicken Wandschicht umgeben wird.

Die Hauptursache, warum Neumann eine Obliteration der Kanälchen durch zunehmende Verdickung ihrer Wandungen annahm, scheinen die Bilder gewesen zu sein, welche man durch Carminfärbung erhält. Die verdickten Wandungen färben sich nämlich nicht durch Carmin, während die in ihrem Lumen enthaltene Substanz sich mitunter ziemlich intensiv färbt, und dadurch von der ungefärbten Wandung scharf abhebt. Doch ist dies nicht immer der Fall, zuweilen färbt sich der Inhalt nur sehr wenig und ist dann meistens schwer von der glänzenden, verdickten Wandung zu unterscheiden, was den Eindruck macht, als sei das Kanälchen ganz obliterirt; bei genauer Einstellung wird man aber den wahren Sachverhalt immer erkennen. Die auffallendsten Verschiedenheiten der Carminfärbung bietet aber die Intertubularsubstanz dar. Im normalen Zustande färbt sie sich mässig stark mit Carmin, an den cariös veränderten Stellen dagegen, besonders wenn die braune Färbung stark ausgesprochen ist, nimmt sie oft nicht die geringste Färbung an, so dass diese Parthieen mit den in ihnen enthaltenen erweiterten Kanälchen, deren Inhalt gleichfalls ungefärbt bleiben kann, sehr scharf durch ihre gelbe Farbe von der normalen rothen Umgebung abstehen. In anderen Fällen dagegen, namentlich an Präparaten aus den oberflächlicheren Schichten, wo die Intertubularsubstanz sich mit feinen Körnchen durchsetzt zeigt, kann sie eine ziemlich starke Carminfärbung annehmen. Es scheint, als ob die braune Färbung die Carminisirung hindert, denn man sieht die letztere in der Regel da ausbleiben, wo erstere sehr ausgesprochen ist.

Wir können daher der Carminfärbung keine so grosse Wichtigkeit beilegen, und während Neumann zwei verschiedene Reihen von Verän-

derungen unterscheidet: 1) Obliteration der Kanälchen durch zunehmende Verdickung ihrer Wandungen, und 2) Verdickung der in den Kanälchen enthaltenen Zahnfasern mit Abschnürung derselben in eine Anzahl hinter einander gelegener zelliger Elemente, bestehen für uns die Veränderungen nur in zunehmender Erweiterung der Kanälchen durch das Auftreten einer feinkörnigen Substanz in ihrem Lumen, welche sich mit Carmin bald stark bald schwach färbt, mit gleichzeitiger Verdickung ihrer Wandungen.

Auf Längsschnitten, die aber häufig keine so deutlichen Bilder liefern als Querschnitte, sieht man nun öfters den Inhalt der erweiterten Kanälchen in stäbchenförmige Abtheilungen zerfallen, die auch in kleine Entfernungen aus einander rücken können. Die Erweiterung der Kanälchen kann dabei verschieden stark sein, man findet die Stäbchen aber schon bei ganz geringer Erweiterung der Kanälchen, und dabei färben sie sich mit Carmin in der Regel ziemlich stark roth. (Sie entsprechen den zelligen Elementen, die nach Neumann durch Verdickung und Abschnürung der Zahnfasern entstehen sollen). In den Fällen, wo der Inhalt der Kanälchen keine Carminfärbung annimmt, sondern wie die Zwischensubstanz eine braungelbe Farbe darbietet, sieht man in der Regel die verdickten Kanälchen auf Längsschnitten nur undeutlich; und man constatirt nur das Fehlen der normalen scharfen Contouren der Zahnkanälchen, die durch eine breite Längsstreifung ersetzt sind.

Aehnliche stäbchenförmige Gebilde, aber in der Regel von geringerem Durchmesser, die mit Carmin keine Färbung annehmen, beruhen auf Ablagerungen von Kalksalzen in die Zahnkanälchen. Wir werden auf dieselben weiter unten zurückkommen.

Die verdickten Zahnkanälchen lassen sich, wie schon Neumann angab, sehr leicht durch Maceration in Salpetersäure und auch Salzsäure isoliren, wie dies auch von den normalen Röhrchen bekannt ist (Taf. II. Fig. 5). Nicht selten gelingt es, an demselben Zahnröhrchen den Uebergang von normaler Feinheit zu pathologischer Verdickung zu beobachten (Fig. 5, b.). Auch die isolirten Röhrchen zeigen Unterschiede der Färbung mit Carmin, auch kann man an denselben sehr oft die Abtheilung des Inhalts in stäbchenförmige Parthieen erkennen. Der Inhalt der Röhren tritt häufig am Ende etwas hervor, und stellt sich als eine fein-

körnige Masse oder als ein glänzender, zäher Tropfen dar, wobei das Ende der Röhre in der Regel etwas dünner geworden ist. Zuweilen kann man an den isolirten Kanälchen auch durch die Wandung hindurch den feinkörnigen Inhalt unterscheiden.

Eine andere Eigenthümlichkeit der verdickten Röhren besteht in stellenweisen varicösen Erweiterungen und Ausbuchtungen derselben, wobei sie an den betreffenden Stellen eine sehr bedeutende Dicke erlangen können.

Der Durchmesser der verdickten Kanälchen betrug bei einem Zahne bei den meisten Kanälchen 0,003—0,006 Mm., bei einzelnen auch noch mehr, namentlich an den varicös verdickten Stellen; die normalen Kanälchen desselben Zahnes hatten einen Durchmesser von 0,001—0,0015 Mm.

Um zu beurtheilen, welcher Natur die geschilderten Veränderungen sind, ist es von entscheidender Wichtigkeit, zu constatiren, wie sich bei der Caries eingesetzter Zähne die Structur des Zahnbeins verhält.

Die Entscheidung dieser Frage giebt uns Aufschluss darüber, ob die betreffenden Veränderungen zum Theil oder insgesammt vitaler Natur sein können oder nicht. Dies wurde auch von Neumann anerkannt, indem er darauf hinwies, dass seine Ansicht widerlegt sei, wenn man bei der Caries eingesetzter Zähne dieselben Befunde constatirte wie bei der lebendiger Zähne. Es ist ein seit lange bekanntes Factum, dass eingesetzte menschliche Zähne, oder solche, die aus Elfenbein vom Elephanten, Wallross, Flusspferd etc. verfertigt sind, im Munde ebenso wohl cariös werden als natürliche Zähne. Die Caries tritt bei denselben sogar meist sehr rasch ein, und beginnt gewöhnlich an den Stellen, wo die Zähne auf Platten aufgesetzt oder mit Stiften zur Befestigung versehen sind. Die genannten Stellen sind für die Entwickelung der Schädlichkeiten ebenso günstige Angriffspuncte als z. B. die Spalten und Furchen des Schmelzes, oder die Zwischenräume der Zähne.

Die Anhänger der chemischen Theorie des Zahncaries haben von jeher die Caries der eingesetzten Zähne als Beweis für ihre Ansicht aufgeführt. Es liess sich jedoch immer noch dagegen der Einwand erheben, dass es sich dabei um einen der eigentlichen Caries lebender Zähne nur äusserlich ähnlichen Process handle, und dass zwischen beiden viel-

leicht wesentliche histologische Differenzen obwalteten. Dies ist die Ansicht von Neumann: derselbe fand nämlich bei der Untersuchung eines Elfenbeinstiftes, der in einen Knochen eingesetzt und da von Caries ergriffen worden war, dass die beschriebenen charakteristischen Veränderungen der Zahncaries vollständig fehlten, und zieht daraus den Schluss, dass dies auch bei der im Munde entstandenen Caries künstlicher elfenbeinerner Zähne der Fall sein dürfte. Wir fanden nun im Gegentheil bei der Untersuchung mehrerer Zähne aus Elfenbein vom Flusspferd und dreier menschlicher, künstlich eingesetzter Zähne, die im Munde cariös geworden waren, als übereinstimmendes Resultat, dass die oben beschriebenen microscopischen Veränderungen des Zahnbeins auch bei diesen Zähnen vorkommen. In allen Fällen waren die Kanälchen mehr oder minder stark, zuweilen sogar sehr bedeutend ausgedehnt durch einen meistens mit Carmin sich roth färbenden Inhalt. Namentlich erhielten wir von Zähnen, die aus Elfenbein vom Flusspferd verfertigt waren, Präparate, welche diese Veränderungen in sehr hohem Grade darboten. (Taf. II. Fig. 6). Die isolirten Kanälchen waren zum Theil sehr bedeutend verdickt und zeigten die oben erwähnten Varicositäten; an den stark erweiterten Stellen erreichten dieselben einen Durchmesser von 0,009 Mm. ja es fanden sich einzelne bis zu 0,015 Mm. Durchmesser vor; ihr Inhalt war feinkörnig und färbte sich ziemlich stark mit Carmin (Taf. II. Fig. 7). Sie zeigten allerdings nicht die sonst vorkommenden stäbchenförmigen Abtheilungen, welche aber auch bei der Caries lebender Zähne keineswegs constant vorkommen. Jedoch haben wir diese stäbchenförmigen Abtheilungen des Inhaltes der Kanälchen auch bei der Caries eingesetzter menschlicher Zähne beobachtet, so dass selbst der Einwand wegfällt, dass die stäbchenförmigen Abtheilungen etwas Besonderes, und von der einfachen Erfüllung der erweiterten Röhrchen mit einem roth sich färbenden Inhalt Verschiedenes seien. Nur fanden sich bei den Flusspferdzähnen nicht die stark verdickten Wandungen der Kanälchen, während dieselben bei den eingesetzten menschlichen Zähnen ganz so wie bei den natürlichen vorkommen, so dass Präparate von ersteren sich in keiner Weise von letzteren unterscheiden liessen.

Jedoch auch abgesehen hiervon giebt es noch andere Gründe gegen die Neumann'sche Annahme eines vitalen Processes bei den geschilderten Veränderungen.

Neumann selbst giebt zu, dass das Zerfallen der kernlosen Zahnfasern in eine Reihe hinter einander liegender zelliger Elemente etwas Ungewöhnliches habe. Ferner dürfte man, wenn es sich um Zellen handelte, mit Recht erwarten, dass dieselben eine nicht innerhalb zu weiter Grenzen schwankende Grösse besitzen müssten. Nun zeigen sich aber die stäbchenförmigen Gebilde schon in Zahnkanälchen, die nur wenig die normale Dicke überschreiten bis zu solchen, welche ganz bedeutend erweitert sind und variiren dem entsprechend an Dicke. Mitunter zeigt sich der rothgefärbte Inhalt der Kanälchen in ziemlich kurze Stücke zerfallen, in anderen Fällen findet man nur in grossen Abständen hie und da eine Querabtheilung, oder diese fehlen auf grosse Strecken vollständig. Auch dürfte man annehmen, dass bei der Maceration in Mineralsäuren die angeblichen Zellen so vollständig zerstört würden, dass von den stäbchenförmigen Abtheilungen nichts mehr übrig bliebe. Dem ist aber nicht so, die Stäbchen erhalten sich sehr wohl, was beweist, dass sie aus einer resistenteren Masse als die Substanz thierischer Zellen bestehen müssen.

Wir erwähnen hier noch gelegentlich, dass auch bei eingesetzten Zähnen die Caries bei ihrem Fortschreiten hauptsächlich dem Laufe der Zahnkanälchen folgt. In den von uns untersuchten menschlichen Zähnen begann die Caries nicht an der natürlichen Oberfläche, sondern an einer Schnittfläche, es konnte daher auch nicht zur Bildung eines Kegels kommen, da dessen Bildung durch den von der Oberfläche gegen die Tiefe zu convergirenden Lauf der Zahnkanälchen bedingt ist. Trotzdem liess sich deutlich erkennen, dass an den Stellen, wo die Zahnkanälchen senkrecht gegen die Oberfläche verliefen, die Veränderung viel weiter in die Tiefe gedrungen war, als da wo die Kanälchen einen der Oberfläche parallelen Verlauf darboten.

Wenn dem Gesagten zu Folge die geschilderten Veränderungen nicht in Folge eines vitalen Processes zu Stande kommen, so handelt es sich nun darum ihre wirkliche Natur zu ergründen. Man konnte sich a priori vorstellen, dass sie durch die Einwirkung von Säuren hervorgebracht würden. Doch wird dies durch die Erfahrung nicht bestätigt und wie auch Tomes hervorhebt, gelingt es auf keine Weise künstlich die Caries der Zähne nachzumachen. Die von Magitot angestellten

Versuche, bei welchen durch Einwirkung von verdünnten Säuren innerhalb sehr langer Zeit Zerstörung der Zähne hervorgebracht wurde, sind desshalb nicht beweisend, weil keine microscopische Untersuchung der zerstörten Zähne mitgetheilt ist, und nur die charakteristischen microscopischen Veränderungen die cariöse Natur der Zerstörung sicher stellen können.

Die zweite Möglichkeit ist die, dass die Elemente des Pilzes, welche bei der schliesslichen Zerstörung des cariös veränderten Zahnbeins wesentlich betheiligt sind, auch die der Zerstörung vorhergehenden Veränderungen der Zahnkanälchen hervorbringen könnten. Diese Annahme ist die einzige, welche die Veränderungen eingesetzter Zähne zu erklären im Stande ist und dieselbe wird vollständig bestätigt durch die Beobachtung, dass der Inhalt der erweiterten Zahnkanälchen dieselbe violette Reaktion giebt wie Leptothrix. An Präparaten, welche zu gleicher Zeit Massen von Lepthotrix und verdickte Zahnkanälchen aufweisen, erfolgt die Färbung ganz in der gleichen Weise und es entstehen durch die violette Färbung des Inhalts der erweiterten Zahnkanälchen sehr hübsche Bilder.

Wir brauchen nicht zu erwähnen, dass wir uns versichert haben, dass normales Zahnbein keine ähnliche Reaktion giebt; es färbt sich durch Jod und Säuren immer nur gelb.

Die Reaktion ist unabhängig davon, ob sich der Inhalt der Kanälchen mit Carmin färbt oder nicht. Auf dem Querschnitt der Röhrchen geben die glänzenden rundlichen Scheiben, die sich mit Carmin nicht färben, ebenso gut die Reaktion als die mitunter ebenso stark ausgedehnten mit feinkörnigem Inhalt erfüllten Röhrchen, die sich intensiv mit Carmin färben. An ersteren unterscheidet man jetzt deutlich den Inhalt von der Wandung, und in der Regel tritt die Zusammensetzung des ersteren aus feinen Körnchen sehr deutlich hervor.

Die Verschiedenheit der Färbung durch Carmin bedingt daher keine wesentliche Verschiedenheit der Röhrchen, beruht vielleicht zum Theil auf einem verschiedenen Entwickelungsstadium der Pilzkörner. Wenigstens färben sich die, aus der festen Zusammenfügung ihrer Elemente zu schliessen, wahrscheinlich älteren kolbigen Leptothrixmassen von der Oberfläche der Zunge weniger mit Carmin, während die jüngeren, sich leicht von einander isolirenden Pilzmassen, sich intensiver färben.

Jod allein färbt den Inhalt der Kanälchen meist nur gelb, doch kommen auch Fälle vor, wo die violette Reaktion zum Theil schon bei blossem Jodzusatz erfolgt; die an der Oberfläche aufsitzenden Pilze färben sich dabei gewöhnlich intensiver. Die zur Entkalkung der Zähne vorgenommene Maceration in etwas stärkerer Salzsäure scheint die Entstehung der Reaktion zu verhindern, wesshalb auch wohl Neumann an seinen Präparaten (die von entkalkten Zähnen gemacht waren) bei Jodzusatz keine violette Färbung erhielt.

Es ist daher unzweifelhaft, dass die Elemente des Pilzes in die Lumina der Kanälchen hineinwuchern und sie successive bis zu einem sehr bedeutenden Durchmesser ausdehnen. Schon aus dem Factum, dass die Kanälchen ausgedehnt werden, geht hervor, dass das Vorkommen der Pilze kein zufälliges ist, dass sie nicht etwa bloss mechanisch in dieselben hineingeschwemmt werden. Es muss nothwendiger Weise eine Wucherung der unmessbar feinen Pilzkörnchen stattfinden, welche die Ausdehnung der Kanälchen bewirkt. Dabei ist von Wichtigkeit, dass die Elemente des Pilzes höchst wahrscheinlich in einem gewissen Stadium als Schwärmsporen eine selbstständige Bewegung besitzen, vermöge deren sie leicht in den Kanälchen sich fortbewegen und in die Tiefe dringen können. Wir haben übrigens in den Kanälchen immer nur die körnigen Pilzmassen angetroffen, und nie die Fäden, welche nur an der freien Oberfläche vorzukommen scheinen.*)

Die von Tomes entdeckten weichen Fasern im Innern der Kanälchen sind wahrscheinlich zu zart, um dem Eindringen der Pilzelemente Widerstand zu leisten und scheinen dabei rasch zu Grunde zu gehen.

---

*) Die von Wedl und Heider (C. Wedl, über einen im Zahnbein keimenden Pilz, Sitz.-Ber. d. Wien. Ak. 1864. L. S. 171—193) beschriebenen Pilze, welche an gesunden ausgezogenen Zähnen, die in gewöhnliches Trinkwasser gelegt waren, binnen wenigen Tagen in Cement und Zahnbein sich entwickelten, sind der Beschreibung nach von Leptothrix vollständig verschieden. Die Pilze drangen vom Cement aus in das Zahnbein ein, und zwar nach 10 Tagen bis zu einer Tiefe von $1/5$—$1/4$ Mm. Zahnbein oder Knochenstückchen, die ihrer Wucherung ausgesetzt wurden, waren nach 3—4 Wochen schon siebartig durchlöchert. Diese Beobachtungen sind ein interessanter Beleg für die unsrigen, indem sie darthun, dass im Cement und Zahnbein Pilze zu wuchern vermögen, selbst wenn diese Gewebe noch ihren normalen Gehalt an Kalksalzen besitzen.

Nach den jetzt gewonnenen Erfahrungen erklärt sich auch die Bildung der mit der körnigen Pilzmasse erfüllten Gänge und Spalten in den oberflächlicheren Schichten des cariösen Zahnbeins. Sie entstehen durch die immer mehr zunehmende Ausdehnung einzelner Zahnkanälchen, wobei zuletzt die Wand derselben und ein Theil des umliegenden Gewebes vollständig schwindet, und nicht etwa durch Eindringen der Pilze in präexistirende Spalten. Man kann in der That alle Uebergänge beobachten zwischen stark ausgedehnten Zahnkanälchen und solchen mit Pilzen erfüllten Gängen und so die Entstehung der letzteren verfolgen. Im Anfang laufen diese Gänge auch immer dem Zahnkanälchen parallel; es bilden sich dann an einzelnen Stellen stärkere Ausdehnungen, (entsprechend den Varicositäten der erweiterten Zahnkanälchen). An diesen Stellen können dann benachbarte Gänge zusammentreffen, und so quere Verbindungen unter einander herstellen. Durch die immer fortgehende Wucherung wird dabei das erweichte Zahnbein in unregelmässige Stücke zerfällt, die gegen die Oberfläche zu immer kleiner und schliesslich ganz auseinander gedrängt werden, wodurch der Zerfall des Gewebes vollendet ist.

Es ist begreiflich, dass die Ausdehnung der Kanälchen in dem unmittelbar unter der cariösen Oberfläche befindlichen Gewebe verschieden stark sein kann und nicht immer den höchsten Grad erreicht haben muss. Wenn in einzelnen Zahnkanälchen die Wucherung besonders stark ist, so werden die zwischen ihnen liegenden Parthien isolirt und können der Zerstörung anheimfallen, auch wenn ihre Kanälchen erst mässig ausgedehnt sind. Uebrigens findet die Zerstörung der Substanz natürlich auch direkt von der cariösen Oberfläche aus statt, welche beständig mit massenhaften Pilzwucherungen bedeckt ist. In den oberflächlichen Schichten durchsetzen die Pilze häufig auch die ganze Intertubularsubstanz, welche dann ein feinkörniges Aussehen darbietet und wobei die Zahnkanälchen nur sehr undeutliche Begrenzungen haben; dabei giebt das ganze Gewebe mit Jod und Säuren eine violette Reaktion.

Die verdickten Wandungen der Kanälchen können wohl auf mechanischem Wege entstehen, in Folge der Ausdehnung der Kanälchen und einer dadurch bedingten Verdichtung der umliegenden Substanz. Jedoch müssen wir bemerken, dass wir ähnliche Wandschichten auch

zuweilen bei nicht erweiterten Kanälchen gefunden haben. In Fällen, wo der cariöse Process erst im Beginn war, zeigte sich ein Theil der Röhrchen mässig erweitert und mit dem gewöhnlichen Inhalt von Leptothrix erfüllt, andere dagegen waren normal weit, eher etwas eng, sehr blass und von helleren Wandschichten umgeben, während die erweiterten Kanälchen keine deutlichen Wandschichten darboten. Doch sind wir nicht ganz sicher, ob es sich hier um dasselbe handelt, wie bei den erweiterten Kanälchen; bei Maceration in Salzsäure isolirten sich nämlich die betreffenden Kanälchen in normaler Feinheit, ohne die hellere Wandschicht, während bei den erweiterten Kanälchen die verdickten Wandungen sich mit den Kanälchen isoliren; im ersteren Fall hatte die Wandschicht daher offenbar eine geringere Resistenz gegen Säuren als im letzten.

Tomes betrachtet das Auftreten der verdickten Wandungen bei der Caries als Wiederherstellung der Conturen der Bildungszellen des Zahnbeins, welche bei der Verzahnung verschmelzen, während Neumann eine Verdickung der Zahnscheiden auf Kosten der Intercellularsubstanz annimmt. Bei dem Mangel an Uebereinstimmung in den Ansichten der verschiedenen Autoren über die Art und Weise, wie das Zahnbein aus den Dentinzellen entsteht, ist es schwer zu sagen, was an diesen Ansichten richtig ist. Tomes Ansicht beruht auf der Annahme, dass die Dentinzellen selbst verkalken, wobei nur in ihrem Innern die Zahnkanälchen mit den in ihnen enthaltenen Fasern unverkalkt bleiben; dabei tritt eine gewisse Menge von Intercellularsubstanz auf, welche mit den Zellen verkalkt und dergestalt verschmilzt, dass ihre Conturen verschwinden. Neumann dagegen betrachtet die ganze Intertubularsubstanz als Ausscheidungsprodukt, und lässt von den Dentinzellen nur feine Fortsätze in das Zahnbein übergehen, die zu den Zahnfasern werden.

Wie dem aber auch sein mag, so bleibt doch immer noch die Frage übrig, wodurch der Zusammenhang der verschmolzenen Zellen wieder gelöst wird, oder wenn man sich mehr der Neumann'schen Ansicht anschliessen wollte, woher die Verdickung der Zahnscheiden kommt. Wir haben schon oben bemerkt, dass Säuren keine derartigen Veränderungen hervorbringen.

Nach dem Angeführten scheint es uns noch immer das wahrschein-

lichste, dass die verdickten Wandungen der erweiterten Kanälchen auf mechanischem Wege, durch die Compression der umgebenden Substanz, zu Stande kommen, wobei wir allerdings für die in seltenen Fällen beobachteten verdickten Wandschichten der nicht erweiterten Kanälchen die Erklärung schuldig bleiben müssen. Vielleicht wäre auch an chemische Einwirkungen von Seiten der Pilzelemente auf das umliegende Gewebe zu denken.

Wir haben schon früher erwähnt, dass bei dem cariösen Processe auch häufig Kalkablagerungen im Innern der Zahnröhrchen vorkommen, welchen namentlich von Tomes und Magitot eine grosse Wichtigkeit zugeschrieben wurde. Sie stellen sich dar in der Form von mehr oder minder langen Stäbchen, oder von aneinander gereihten Körnchen von meist cylindrischer Form, in einfacher oder mehrfacher Reihe. Auf Zusatz von Salzsäure lösen sich dieselben auf, öfters mit Hinterlassung eines ähnlich geformten organischen Rückstandes. Mitunter sind auch die in den erweiterten Kanälchen enthaltenen Pilzmassen mit Kalksalzen imprägnirt, häufiger aber finden sich die Kalkablagerungen in den nicht erweiterten Kanälchen der tieferen Schichten des cariös veränderten Zahnbeins, da wo dasselbe in die gesunde Substanz übergeht. Auch in den Interglobularräumen des Zahnbeins finden sich zuweilen kleine Kalkkörnchen angehäuft. An Schliffen cariöser Zähne, wo die Zerstörung noch nicht sehr weit vorgeschritten ist, hat man am besten Gelegenheit sie zu beobachten. Sie finden sich hier immer in einer Zone, welche das stärker braungefärbte cariöse Zahnbein mit erweiterten Zahnkanälchen umgiebt (s. Taf. I. Fig. 4, welche bei 100 f. Vgr. ein Stück des Fig. 3 abgebildeten Zahnschliffes darstellt; man sieht, dass die Kalkablagerungen erst in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche beginnen.) Hat die Veränderung des Zahnbeins eben erst begonnen, so finden sich zuweilen die Kalkablagerungen in dem grössten Theil des bräunlichen Kegels vor.

Wir haben schon oben ausführlicher auseinander gesetzt, dass die Durchsichtigkeit des cariösen Zahnbeins nicht auf der Verkalkung der Zahnröhrchen beruhen kann. Die Kalkablagerungen müssten im Gegentheil die Durchsichtigkeit vermindern; dass trotzdem die sie bergende Zone durchsichtiger ist als in der Norm, kann einzig der theilweisen

Entziehung ihrer Kalksalze zugeschrieben werden. Diese Ablagerung von Kalksalzen im Innern der Kanälchen wird von Tomes und nach ihm von Magitot als Produkt eines vitalen Processes aufgefasst. Da sich jedoch dieselben Kalkablagerungen auch bei eingesetzten Zähnen vorfinden, so gilt auch für sie Alles was wir gegen die vitale Natur der übrigen Veränderungen gesagt haben.

Wir glauben vielmehr, dass diese Kalbablagerungen auf rein chemischem Wege durch Niederschläge der von Säuren in Lösung gebrachten Kalksalze des Zahnes entstehen.

Bei dem cariösen Processe werden immer Kalksalze des Zahnes aufgelöst; dieselben müssen sich durch Capillarität in den Zahnkanälchen gegen die Pulphöhle zu verbreiten und in Contakt mit der neutralen oder schwach alkalischen Flüssigkeit, die das Innere der Zahnkanälchen erfüllt, oder die Zahnfasern durchtränkt, niederschlagen. Fügt man zu einem Stückchen normalen Zahnbeins auf dem Objektträger etwas concentrirtere Salzsäure und setzt nach einiger Zeit einige Tropfen Wasser hinzu, so sieht man sofort eine grosse Menge nadelförmiger Krystalle sich bilden, die sich meist in Rosetten an einander lagern, und aus phosphorsaurem Kalk bestehen müssen. In Gefässen, wo wir eine Zeit lang cariöse Zähne in leicht angesäuertem Wasser aufbewahrt hatten, entstand in der Flüssigkeit durch Zusatz von Wasser ein reichlicher Niederschlag derselben Krystalle. Die durch Säuren aufgelösten Kalksalze des Zahnes werden daher schon durch einfachen Zusatz einer neutralen Flüssigkeit niedergeschlagen, um so mehr also durch eine schwach alkalische Flüssigkeit. Auf diese Weise erklärt sich ganz gut, warum die Kalkablagerungen immer an der Grenze des pathologisch veränderten Zahnbeins auftreten und man hat nicht nöthig anzunehmen, dass sie von der Pulphöhle aus secernirt werden.

Tomes vergleicht die an der Grenze des pathologisch veränderten Zahnbeins auftretenden Kalkablagerungen mit dem Processe der Exfoliation in der Umgebung eines necrotischen Knochenstückes oder brandigen Gewebes. Beide sollen durch Reaction von Seiten des umliegenden gesunden Gewebes entstehen, wobei nur der Unterschied besteht, dass es bei der Zahncaries nicht zur Abstossung des kranken Gewebes kommt. Magitot dagegen ist der Ansicht, die Kalkablagerungen würden

von der Pulpa aus secernirt; dieselbe solle in Folge der Reizung ein verkalkendes Exsudat liefern, das anfänglich die Zahnkanälchen von aussen nach innen ausfülle und schliesslich unter Umständen als neugebildetes Zahnbein an die Innenfläche der Pulphöhle abgelagert werde. Es liegt jedoch auf der Hand, dass man die Kalkablagerungen im Inneren der Zahnkanälchen nicht für analog halten kann den wirklichen Neubildungen von Zahnbein an der Innenfläche der Pulphöhle, welch' letztere, wie das normal gebildete Zahnbein von den Dentinzellen der Pulpa aus entstehen. Auch begreift man nicht, wenn die Kalkablagerungen von der Pulpa ausgehen, warum sie zuerst weit entfernt von derselben auftreten, und nicht zuerst immer in der unmittelbaren Nähe derselben zu finden sind.

Uebrigens werden alle derartigen Erklärungsversuche bestimmt widerlegt durch das Auftreten der Verkalkungen bei der Caries künstlich eingesetzter Zähne und wir brauchen daher hier nicht weiter auf die Widerlegung derselben einzugehen.

Die Kalkablagerungen werden natürlich um so reichlicher sich bilden, je langsamere Fortschritte die Caries macht und werden ganz besonders dann auftreten, wenn dieselbe für eine gewisse Zeit in ihrem Verlaufe völlig still steht.

Der Schutz, den diese Kalkablagerungen dem Zahnbein angedeihen lassen, kann daher auch nicht sehr in's Gewicht fallen. Sobald die Caries neue Fortschritte macht, werden sie wieder aufgelöst werden, und wahrscheinlich leichter als die normalen Kalksalze des Zahnbeins. Man hat offenbar grösstentheils aus dem Umstande, dass die Kalkablagerungen besonders bei langsamem Verlaufe der Caries auftreten, den Schluss gezogen, dass sie den Fortschritt des Processes zu hindern im Stande seien, während nach unserer Ansicht umgekehrt, der langsame Verlauf der Caries das Auftreten der Kalkablagerungen zur Folge hat.

Es bleibt uns nun noch die Frage zu erörtern, ob die bis jetzt beschriebenen Vorgänge, die auf der Einwirkung von Säuren und Pilzwucherungen beruhen, die einzigen sind, welche bei der Caries des Zahnbeins zur Beobachtung kommen, und ob wir demnach berechtigt sind, jeden vitalen Process dabei auszuschliessen. Wenn wir auch für alle bis jetzt beschriebenen

Veränderungen nachgewiesen haben, dass sie nicht auf vitalen Processen beruhen können, so halten wir doch a priori das Vorkommen solcher Processe keineswegs für unmöglich.

Es kann wohl nicht bezweifelt werden, dass dem Zahnbein, als einem organischen Gewebe, auch im ausgebildeten Zustande gewisse Lebenserscheinungen zukommen, wenn dieselben auch sehr wenig intensiv sein mögen.

Man könnte sich sehr wohl vorstellen, dass sich die zarten Fibrillen, welche nach Tomes Entdeckung das Innere der Kanälchen ausfüllen und wahrscheinlich den Stoffwechsel des Zahnbeins vermitteln, bei abnormer Reizung veränderten, sich analog den entzündlichen Veränderungen zelliger Elemente, verdickten, und durch Theilung neue Elemente hervorbrächten, in der Art wie es Neumann angenommen hat.

Derartige Veränderungen würden aber natürlich im Anfange des Processes zu suchen sein, ehe die Pilze in die Zahnkanälchen eingedrungen sind und die darin befindlichen Fibrillen zerstört haben.

Wir haben nun oben ausgeführt, dass die ersten Veränderungen im Zahnbein eintreten, wenn die ganze Dicke des Schmelzes cariös verändert ist, ohne dass dabei schon ein Substanzverlust an der Oberfläche des Zahnes stattgefunden zu haben braucht. Da nun die Pilze den Schmelz durchsetzen müssen, um zum Zahnbein zu gelangen, wir aber bei der Untersuchung cariösen Schmelzes, ehe die Zerstörung an der Oberfläche begonnen hatte, keine Pilze in demselben gefunden haben, so könnte man erwarten, in diesem frühen Stadium etwaige Veränderungen des Zahnbeins, die nicht von der Pilzwucherung abhängen, isolirt zur Beobachtung zu bekommen.

Für das blosse Auge hat das Zahnbein in diesem Stadium ungefähr dasselbe bräunliche Aussehen, wie später; seine Consistenz ist aber gewöhnlich nur an der Oberfläche, wo es an den Schmelz angrenzt, und nur in einer sehr dünnen Schicht erheblich vermindert; die Härte nimmt nach der Tiefe ziemlich rasch zu. In den meisten Fällen fanden wir nun in diesem Stadium keine Veränderungen an den Zahnkanälchen; sie waren von normaler Weite und hoben sich nur zuweilen von der Zwischensubstanz durch weniger scharfe Contouren ab. Dem entsprechend gab dieses Zahnbein auch keine Reaction auf die Anwesenheit von Pilzen.

In einigen wenigen Fällen zeigten sich jedoch in den oberflächlichsten Schichten ähnliche Veränderungen wie wir sie oben beschrieben haben, aber in viel geringerer Entwickelung. Die Kanälchen waren zuweilen mässig ausgedehnt, und es zeigten sich an denselben stellenweise die verdickten Wandschichten. In den wenigen Fällen, wo wir diesen Befund constatirten, ist uns die Reaction auf die Pilze nicht gelungen; jedoch kann dies nicht als Beweis dafür gelten, dass die Pilze nicht vorhanden waren, da wir damals noch zuweilen durch zu starken Säurezusatz die Reaction verfehlten, selbst wenn es sich um unzweifelhafte Leptothrixpilze handelte. Da die Veränderungen sich nur in einer ganz dünnen Schicht unter der Oberfläche des Zahnbeins fanden, so war das Material zur Anstellung der Reaction auch nur ein äusserst geringes. Wir glauben jedoch aus der grossen Aehnlichkeit der in diesen Fällen vorkommenden Veränderungen mit denen bei wirklichem Eindringen der Pilze in die Zahnkanälchen schliessen zu dürfen, dass sie auf derselben Ursache beruhten. Wir konnten zwar in der Substanz des Schmelzes keine Pilze finden, nur an seiner Oberfläche fand sich die gewöhnlich vorkommende Auflagerung der körnigen Pilzmasse. Jedoch konnten uns bei der Feinheit der Pilzelemente ganz wohl feine Spalten im Schmelze entgangen sein, durch welche Pilze zum Zahnbein gelangten und hier als auf einem günstigeren Boden sich weiter vermehrten. Doch wären über diesen Punct noch weitere Betrachtungen anzustellen.

Jedenfalls geht aber aus diesen Resultaten hervor, dass das Eindringen der Pilze auch beim Zahnbein nicht gleich im ersten Stadium der cariösen Veränderung erfolgt, sondern dass dasselbe zuerst nur die auf Entziehung von Kalksalzen und Zersetzung seiner organischen Substanz beruhenden Veränderungen darbietet: Verminderung der Consistenz, durchscheinendes Aussehen, bräunliche Farbe.

In diesem Stadium finden sich keine auffallenden Veränderungen der histologischen Structur; ob Kalkablagerungen in den Zahnkanälchen schon in dieser Periode vorkommen, können wir nicht angeben, da wir darauf nicht genug geachtet haben; doch können dieselben jedenfalls ziemlich früh auftreten wenn noch keine erhebliche Zerstörung des Zahnes erfolgt ist.

Wir schliessen nach dem oben Gesagten, dass bis jetzt noch keine

Beobachtungen vorliegen, die uns berechtigen, bei der Caries der Zähne eine active Reaction von Seiten des Zahnbeins, eine Art Odontitis anzunehmen, und behaupten, dass die Caries der Zähne nicht auf derartigen Veränderungen beruht, wenn auch das Vorkommen geringer histologischer Veränderungen des Zahnbeins, die nicht auf Pilzwucherung beruhen, im Beginne des Processes nicht mit vollständiger Sicherheit ausgeschlossen werden kann.

Wir erwähnen hier noch anhangsweise, dass bei der cariösen Zerstörung des Cementes, wenn die Caries am Zahnhalse ihren Sitz hat, die Wucherung von Leptothrixpilzen gleichfalls betheiligt ist.

Wir sahen in solchen Fällen ganz wie an der Oberfläche des Zahnbeins die körnigen Pilzmassen in Sprünge und Vertiefungen des Cementes hineinwuchern. Eine besondere Veränderung der Knochenkörperchen konnten wir nicht erkennen und es fehlten auch alle Zeichen einer entzündlichen Reizung des Gewebes. Da jedoch die Zahl der von uns untersuchten Fälle von cariösem Cement nur gering ist, so können wir daraus keinen allgemeinen Schluss auf die Abwesenheit entzündlicher Veränderungen machen, welche bei dem Cemente übrigens keine auffallende Erscheinung sein würden, da entzündliche Reizungen des Periosts der Zahnwurzel mit Production von neugebildeter Cementsubstanz zu den gewöhnlichen Folgezuständen der Zahncaries gehören.

III.

Bemerkungen über Verlauf und Symptome der Zahncaries.

Nachdem wir die pathologisch-anatomischen Veränderungen beschrieben haben, welche bei der Caries des Schmelzes und des Zahnbeins auftreten, wollen wir noch mit einigen Worten auf gewisse Verschiedenheiten des Auftretens, des Verlaufs, der Symptome u. s. w. dieser Affection eingehen, um daran zu zeigen, dass dieselben durch die Resultate unserer Untersuchungen vollständig erklärt werden.

Was zunächst die verschiedenen Formen betrifft, unter denen die Caries auftritt, und denen man eine grosse Menge verschiedener Namen beilegte, so haben wir wesentliche Verschiedenheiten nicht gefunden, und sind der Ansicht, dass sich dieselben alle aus dem mehr oder minder raschen Verlauf, der verschiedenen Resistenz der Zahngewebe, und aus der Ausdehnung der Anfangs im Schmelz bestehenden Veränderung erklären lassen. Wir haben auch bereits erwähnt, dass man eine mehr nach der Fläche sich ausbreitende und eine penetrirende Form der Caries unterscheiden kann, die aber sonst nicht wesentlich verschieden sind. Die sogenannte trockene Caries ist eigentlich nur das erste Stadium des cariösen Processes, wenn das Zahnbein noch unvollständig entkalkt ist, noch keine Pilze in dasselbe eingedrungen sind und an der Oberfläche noch keine Zerstörung stattgefunden hat. Dann zerfällt der Schmelz und auch das Zahnbein bei mechanischen Eingriffen in eine ziemlich feine, harte, pulverige Masse, während bei der sogenannten faserigen

Caries die Substanz des Zahnbeins viel weicher, knorpelartig und wie aus feinen Fasern zusammengesetzt ist (welche faserige Textur durch die starke Ausdehnung der Zahnkanälchen bedingt ist).

Je härter und resistenter der Zahn gegen die Schädlichkeiten ist, um so länger wird er im Stadium der trockenen Caries stehen bleiben, so dass sich vielleicht niemals das der faserigen oder feuchten Caries ausbildet; die cariöse Masse zeichnet sich dann auch immer durch sehr dunkle Farbe aus.

Schreitet dagegen in einem wenig haltbaren Zahne die Caries mit grosser Schnelligkeit vorwärts, so kann es kommen, dass die eigentliche Zerstörung der vorbereitenden Veränderung und Erweichung sehr rasch nachfolgt, so dass man die Form der trockenen Caries gar nie oder nur für sehr kurze Zeit zu Gesicht bekommt, und dass auch die bräunliche Farbe sich nur in geringer Intensität entwickelt. Schmelz und Zahnbein werden dabei in eine weiche, weissliche, breiige Masse verwandelt und es kommt dabei sehr rasch zur völligen Zerstörung des Zahns.

Durch sehr langsamen Verlauf zeichnet sich aus eine eigenthümliche Form von Caries, die den Hals der Zähne befällt, und fast immer an allen vorderen Zähnen zugleich, am häufigsten an der unteren, seltener der oberen Kinnlade auftritt, und hierdurch am Hals der Zähne eine fortlaufende Rinne bildet. Diese Rinne ist oft so scharf und glatt, als wäre sie mit einer Feile eingeschnitten. Meist sind nur die Schneide- und Eckzähne ergriffen, zuweilen aber erstreckt sich die Affection auf alle Zähne einer Kinnlade zugleich, auf die Backzähne jedoch in geringerem Grade als die Schneide- und Eckzähne.

In manchen Fällen sind die bei dieser Affection an den Zähnen gebildeten Rinnen von normal weisser Farbe und vollständig glatt, wie polirt; in anderen Fällen dagegen ist die Oberfläche der Rinne zwar glatt, aber doch von bräunlicher cariöser Farbe. Wir haben zwei Zähne von letzterer Art anatomisch zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Auf dem Längsschnitt zeigte sich, dass von der Rinne aus sich nur eine schwache Andeutung eines bräunlichen Kegels nach der Pulphöhle zu erstreckte, dass daher die vorbereitende cariöse Veränderung des Zahnbeins sich nur auf eine geringe Tiefe ausdehnte und nur sehr wenig ausgesprochen war. Das Zahnbein war an der betreffenden Stelle in seiner

Härte kaum von dem normalen verschieden; nur unmittelbar unter der Oberfläche war die braune Farbe etwas dunkler, die Härte etwas geringer und die Substanz zeigte hier bei microscopischer Untersuchung die gewöhnlich vorkommenden und mit Pilzen erfüllten Zahnkanälchen.

Eine förmlich erweichte Schicht an der Oberfläche war jedoch nicht vorhanden und die Oberfläche war vollständig glatt.

Der Schmelz war längst vollständig in der grössten Ausdehnung der Rinne entfernt, nur an dem einen Zahne ging an der einen Seite die Rinne, indem sie allmählich seichter wurde, in eine gewöhnliche braune Caries des Schmelzes über. An dem andern Zahne hörte die Rinne beiderseits sehr scharf auf, ebenso wie oben und unten. Auf dem senkrechten Durchschnitte bildete sie einen Kegel, dessen Basis nach aussen und dessen Spitze gegen die Pulphöhle gekehrt war und von dessen Grunde noch eine Andeutung eines bräunlichen Kegels gegen die Pulphöhle sich fortsetzte. An der Innenfläche der Pulphöhle fand sich in dem einen Falle entsprechend der Stelle, wo aussen die Rinne war, an dem Ende des bräunlichen Kegels ein Vorsprung von neugebildeter Zahnbeinsubstanz, der ziemlich tief in die Pulphöhle hineinragte.

Nach dem soeben mitgetheilten Befunde handelte es sich in diesen Fällen um eine sehr langsam fortschreitende Caries, die aber trotzdem die wesentlichen Charaktere derselben zeigte. Die Zerstörung an der Oberfläche musste so langsam erfolgen, dass die zerstörten Theilchen immer sofort weggeschwemmt, und die Oberfläche durch Reinigen und die Reibung beständig glatt gehalten wurde. Die Glätte der Oberfläche ist zuweilen so gross, dass man unwillkürlich denkt, sie müsse durch Abreibung an einem gegenüberstehenden Zahn entstanden sein, obgleich dies für den Zahnhals in Folge der Stellung der Zähne absolut unmöglich ist. Es bleibt daher nur übrig die glatte Oberfläche der Wirkung der Zahnbürsten und der Reibung der Lippen und der Zunge zuzuschreiben. Ob man diese Rinnen mit glatter Oberfläche als stationär betrachten darf, wie Viele thun, ist jedoch fraglich. Es giebt Fälle in denen die Zähne dabei constant eine weisse, glatt polirte Oberfläche darbieten, und wo trotzdem die Affektion stetig, freilich mit ungemeiner Langsamkeit weiter schreitet, so dass erst nach einer langen Reihe von Jahren die Affection der Pulphöhle bis auf eine dünne Schicht sich

nähert und schliesslich dieselbe blosslegen kann, worauf zuweilen der Zahn an dieser Stelle abbricht. Freilich wird der Process auch durch die Ablagerung neugebildeten Zahnbeins an die Innenseite der Pulphöhle verlangsamt, sonst würde die dünne Schicht von Zahnbein bei Schneidezähnen meist schon früher bis zur Pulphöhle zerstört sein.

Betrachtet man solche extreme Fälle, wie die soeben geschilderten, für sich isolirt, so wird man wenig geneigt sein, den dabei stattfindenden Process wirklich als Caries anzusehen; durch die Analogie aber mit anderen Fällen, wo sich die cariöse Natur der Affection mit Entschiedenheit nachweisen lässt, kommt man dazu auch für diese extremen Fälle anzunehmen, dass es sich um eine Caries mit ausserordentlich langsamem Verlauf handle, die wohl auch zeitenweise wirklich stationär werden kann, um dann bei günstiger Gelegenheit wieder weitere Fortschritte zu machen.

Jedoch haben nicht alle Fälle von Caries des Zahnhalses diesen langsam fortschreitenden Verlauf, es giebt Fälle, die in ihrem Verlaufe vollständig der gewöhnlichen Caries gleichen.

Anlass zur Entstehung dieser Form der Caries giebt, wie es scheint, die Entblössung des Halses der Zähne von Zahnfleisch. An der rauheren Oberfläche des Cementes setzen sich leichter in Zersetzung begriffene Schleim- und Speisereste an, die auch in dem Winkel zwischen Zahnhals und Zahnfleisch bei der Reinigung weniger leicht entfernbar sind. So mag es kommen, dass in diesen Fällen, wo übrigens die Schädlichkeiten nur sehr wenig wirksam oder die Zähne besonders haltbar sein müssen, gerade der Hals der Zähne vorzugsweise von der Veränderung ergriffen wird.

In sehr seltenen Fällen kommt eine eigenthümliche Abnutzung der Schneidefläche der Schneide- und Eckzähne zur Beobachtung, die sowohl Schmelz als Zahnbein ergreift und an den mittleren Zähnen am stärksten ausgesprochen ist, so dass bei geschlossenem Munde die Zahnreihen mit der Concavität einander zugekehrte Bogen bilden, zwischen denen ein länglicher Zwischenraum bleibt. Ob dieser Process gleichfalls zu der Caries zu rechnen ist, oder nicht, müssen wir aus Mangel an Beobachtungsmaterial dahingestellt sein lassen; die Form der Usur scheint eine Erklärung auf mechanischem Wege auszuschliessen.

Stationäre Caries.

Häufig handelt es sich bei dem, was man stationäre Caries nennt, nur um eine sog. Caries sicca von sehr langsamem Verlauf oder um eine mehr oder minder lange Pause in dem Fortschreiten der Affection; doch kommen auch Fälle von wirklichem Stationärbleiben der Caries vor, aber immer nur bei sehr resistenten Zähnen und langsam verlaufender Caries. Man muss jedoch verschiedene Stadien unterscheiden, in welcher das Stationärwerden eintritt.

Im Stadium der trockenen Caries, wo noch keine Zerstörung der Oberfläche erfolgt ist, kann, wie es scheint, die Caries am leichtesten stationär werden. Dies ist begreiflich, da nur die Einwirkung der Säuren aufzuhören braucht, indem der Zahn oft noch Härte genug hat, um benutzt zu werden, und noch keine Wucherung von Pilzen in seiner Substanz eingetreten ist.

Jedoch kommt es auch in späteren Stadien zuweilen vor, dass eine Caries, die bereits einen grossen Theil des Schmelzes und eine oberflächliche Schicht des Zahnbeins zerstört hat, wirklich stationär werden kann. Dies kommt vor bei Backzähnen mit unvollstandig gebildetem Schmelz der Gruben und Defecte ziemlich über seine ganze Oberfläche besitzt. Es wird dabei gewöhnlich Anfangs ein grosser Theil der Oberfläche des Schmelzes zugleich von der Caries ergriffen; das Zahnbein kann in diesen Fällen jedoch sehr gut und widerstandsfähig sein. Während daher der Schmelz rasch bis zur Oberfläche des Zahnbeins zerstört wird, hat die vorbereitende Entkalkung und Erweichung des Zahnbeins sich nur auf eine geringe Tiefe ausgedehnt und nur einen geringen Grad erreicht. Es dreht sich daher hier das gewöhnliche Verhältniss der Raschheit des Verlaufes im Schmelz und Zahnbein um. Ist der Zerstörungsprocess an der Oberfläche des Zahnbeins angelangt, was in Folge der defektuösen Bildung des Schmelzes an dem grössten Theil der Oberfläche zugleich geschieht, so findet er ein nur wenig und nur in geringer Tiefe erweichtes Zahnbein vor. Die oberflächlichsten Schichten desselben werden noch abgestossen, aber allmählig bewirkt nun die an der ebengewordenen Oberfläche auftretende Reibung das Aufhören des Zerstörungsprocesses; die Oberfläche wird immer glatter, bietet immer weniger Gelegenheit

zur Ansammlung von Schleim und in saurer Gährung befindlichen Speiseresten, der Zustand wird schliesslich stationär. Der Zahn zeigt eine glatte Oberfläche, aber von brauner Farbe, zum Beweis, dass die an der Oberfläche befindliche Substanz bereits von der cariösen Veränderung ergriffen war.

Die von Tomes und Magitot gegebene Erklärung des Stationärwerdens der Caries gründet sich auf das Vorkommen von Kalkablagerungen in den Zahnkanälchen. Wie dies schon oben weiter ausgeführt wurde, sollen die Kalkablagerungen in den Kanälchen das Fortschreiten des Processes verhindern und dem schon weicher gewordenen Zahnbein wieder einen höheren Grad von Härte verleihen. Da jedoch die Entstehung dieser Kalkablagerungen nicht auf einem vitalen Processe beruhen kann, so glauben wir, dass dieselben secundär sind und dann in reichlichem Maasse sich bilden, wenn aus irgend einer Ursache die Säureproduktion aufgehört hat; und die vorher in Lösung gehaltenen Kalksalze sich niederschlagen.

Wir glauben auch nicht, dass bei stationärer Caries das Zahnbein hinterher wieder härter wird, ausser dem was an der Oberfläche durch den mechanischen Effekt der Reibung und des Druckes bewirkt werden kann; es genügt, zur Erklärung der Erscheinungen anzunehmen, dass dasselbe seine normale Härte noch nicht oder nur zu einem sehr kleinen Theil eingebüsst hat.

Bei diesen langsam verlaufenden oder stationär gewordenen Fällen von Caries sind auch die Dentinneubildungen an der Innenfläche der Pulphöhle ganz besonders häufig; sie mögen sich erklären durch den längere Zeit unterhaltenen Reiz, den der pathologische Process auf die Pulpa ausübt. Sie können unter Umständen wesentlich zur Erhaltung des Zahnes beitragen.

Im weiteren Verlaufe der cariösen Zerstörung kommt es zur Bildung meist rundlicher cariöser Höhlen im Zahnbein, die mitunter nur durch ein kleines Loch mit der Oberfläche des Zahnes communiciren, oder zur Entstehung mehr flacher, ausgedehnter Substanzverluste. Allmählig nähert sich die Zerstörung der Pulphöhle, die Pulpa wird an einer kleinen Stelle bloss gelegt, und es kommt nun zu öfter wieder-

kehrenden durch Reizung der Pulpa bedingten Entzündungen, die mit der Zerstörung der Pulpa endigen.

Man hat die Beobachtung gemacht, dass die cariöse Zerstörung eines Zahnes viel raschere Fortschritte zu machen pflegt, wenn die Pulpa zerstört ist, als vorher und hat dies mit als Beweis dafür angeführt, dass die Pulpa, wenn sie noch lebenskräftig ist, eine erhaltende Wirkung auf den Zahn ausüben solle, die nach ihrer Zerstörung wegfällt.

Das raschere Fortschreiten des cariösen Processes nach Zerstörung der Pulpa erklärt sich jedoch durch den Umstand, dass jetzt eine viel grössere Oberfläche dem Angriffe der Caries bloss liegt, als vorher, indem die Zerstöung nun nicht allein von der alten Höhle, sondern auch von der mit ihr vereinigten Pulphöhle aus, nach allen Seiten fortschreitet. Man hat daher nicht nöthig der Pulpa einen besondern erhaltenden Einfluss auf das Zahnbein zuzuschreiben, mit Ausnahme des Schutzes, den die von der Pulpa ausgehenden Dentinbildungen dem Zahne gewähren.

Doch ist das Vorkommen der letzteren keineswegs die Regel, und zuweilen erfolgen die Neubildungen nicht an der Innenfläche der Pulphöhle, sondern im Inneren der Pulpa selbst, wo sie natürlich Nichts zur Erhaltung des Zahnes beitragen können.

Während des Weiterschreitens der cariösen Zerstörung brechen allmählig die Wände der Höhle, die von den Seiten der Krone gebildet sind, ein, so dass schliesslich der Zahn bis zum Niveau der Wurzeln zerstört ist. Von nun an schreitet in den meisten Fällen die Zerstörung wieder langsamer fort, so dass die zurückgebliebenen Wurzeln lange Zeit sich in den Alveolen erhalten können. Zum Theil mag hieran die fortwährend stattfindende Reibung Schuld sein, die an der mehr geebneten Oberfläche das Fortschreiten des Processes beeinträchtigen muss. Wichtiger noch scheint uns eine zweite Ursache, die auf den Verlauf der Zahnkanälchen beruht. Die Zahnkanälchen laufen an der Kaufläche des Zahnes mehr oder minder senkrecht gegen die Oberfläche, so dass sich von da aus der Process, dem Laufe der Kanälchen folgend, leicht in die Tiefe ausbreiten kann. Dagegen laufen die Kanälchen in einer quer durch den Anfang der Wurzeln gelegten Ebene, dieser Ebene parallel. Ist daher der Zahn bis auf die Wurzeln zerstört, so begünstigt der Verlauf der Kanälchen nicht mehr das Eindringen der Säuren und Pilz-

elemente in die Tiefe, und hierdurch erklärt sich wohl die viel grössere Langsamkeit des cariösen Processes in diesem Stadium. Auf eine ähnliche Ursache lässt sich auch wohl die Beobachtung zurückführen, dass bei der kunstgemässen Anbohrung der Pulphöhle am Zahnhals (Huilien's Operation) sich an den Wänden des Bohrkanals niemals Caries entwickelt; auch hier könnte der den Wänden des Bohrkanals parallele Lauf der Zahnkanälchen das Eindringen schädlicher Agentien verhüten.

Die abnorme Empfindlichkeit des cariösen Zahnbeins kann wohl durch eine vermehrte Reizbarkeit der Pulpa bedingt sein. Jedoch bleibt dabei das Factum schwer zu erklären, dass die oberflächlichen Schichten des cariösen Zahnbeins oft empfindlicher sind als die tieferen, worauf Tomes grossen Werth legt. In der That wird oft beobachtet, dass das cariöse Zahnbein höchst empfindlich gegen die leiseste Berührung ist, in einem Stadium, wo der cariöse Process noch in grosser Entfernung von der Pulphöhle geblieben ist; die Abtragung der oberflächlichen Schichten des cariösen Zahnbeins verursacht dann einen sehr heftigen Schmerz; ist aber die oberflächlichste Schicht entfernt, so zeigen sich die tieferen viel weniger empfindlich. Die grösste Empfindlichkeit findet man gewöhnlich an der Grenze zwischen Schmelz und Zahnbein, besonders bei Schneidezähnen an dem spitzen Winkel, wo die Vorder- und Hinterfläche zusammenstossen. Tomes gründete auf diese Thatsache die Meinung, dass das Zahnbein selbst empfindlich sei, und seine Empfindlichkeit nicht allein der innigen Berührung mit der nervenreichen Pulpa verdanke. Er glaubt, die Empfindung werde vermittelt durch die von ihm entdeckten weichen Fasern im Innern der Zahnkanälchen; er hält dieselben nicht für eigentliche Nervenfasern, glaubt aber doch, dass sie Empfindung vermitteln könnten. Nach dem jetzigen Stande der Physiologie lässt sich dies aber nicht vereinigen; entweder vermitteln die Tomes'schen Fasern wirklich Empfindung und dann müssen sie für wirkliche Nervenfasern gehalten werden; oder umgekehrt, wenn sie keine Nervenfasern sind, können sie auch keine Empfindung vermitteln, da diese Funktion wesentlich an das Vorkommen von Nerven gebunden ist. Es spricht aber Alles dagegen, diese Fasern für Nerven zu halten, vor Allem ihre Entstehung aus den Fortsätzen der Dentinzellen, wonach sie in den Ramificationen der Knochen- oder Hornhautkörperchen ihr

Analogon haben. Auch sonst sind in dem Zahnbein keine Nerven nachgewiesen und man wird daher bei dem Mangel einer anatomischen Grundlage mit der Annahme einer dem Zahnbein als solchem zukommenden Empfindlichkeit nicht zu voreilig sein dürfen.

Freilich würden sich die oben erwähnten Thatsachen am einfachsten erklären, wenn das Zahnbein selbst empfindlich wäre, weil alsdann gewisse Theile desselben in pathologischen Fällen empfindlicher werden könnten als andere; doch erklären sie sich vielleicht aus einem bestimmten Verlauf der Zahnkanälchen oder aus einer grösseren Weite desselben an der Oberfläche, welche mechanische Erschütterungen leichter aufnimmt und zur Pulphöhle fortleitet. Versuche über die Raschheit, mit der sehr leichte Berührungen schmerzhaft empfunden werden, könnten vielleicht in derartigen Fällen weitere Aufschlüsse geben. So lange aber keine Nerven im Zahnbein nachgewiesen sind und die klinischen Erfahrungen nicht absolut bewiesene Thatsachen beibringen, wird man die vermehrte Empfindlichkeit des Zahnbeins vorderhand noch eher auf Reizung der Pulpa beziehen und die Empfindlichkeit des Zahnbeins bezweifeln müssen.

IV.

Ursachen der Caries.

Aus dem Vorhergehenden geht bereits hervor, dass zur Erzeugung der Zahncaries zwei Hauptursachen zusammen kommen, die Einwirkung von Säuren und die Wucherung eines pflanzlichen Parasiten, Leptothrix buccalis. Wir werden in dem folgenden Abschnitte noch etwas näher auf die Art und Weise der Wirkung dieser Agentien und auf die Bedingungen ihrer Entstehung einzugehen haben.

Die Wirkung der Schädlichkeiten wird begünstigt durch verschiedene prädisponirende Momente, die grossentheils in mangelhafter Entwickelung und Bildung der Zahnsubstanzen bestehen. Der Einfluss, den Constitutionsanomalien und etwaige gleichzeitig bestehende Krankheiten auf die Entstehung der Caries ausüben, kann hauptsächlich auf 2 Momente zurückgeführt werden: einmal erzeugen Krankheiten oder Constitutionsanomalien sehr häufig Störungen in der Entwickelung der Zähne, die Gewebe derselben werden in Folge dessen unvollkommen gebildet und widerstehen weniger leicht der Einwirkung schädlicher Agentien; zweitens können locale Veränderungen in der Mundhöhle die Säurebildung und Pilzwucherung begünstigen; so erzeugen viele Krankheiten der Mundhöhle und des Verdauungstractus abnorme Gährungsprocesse im Munde, die mit stärkerer Säurebildung einhergehen und auch die Entwickelung von Pilzwucherungen begünstigen; ferner wirkt in demselben Sinne eine durch Krankheiten hervorgebrachte oder sonst vorhandene zu geringe

Menge von Speichel, welche ungenügend ist, um die eingeführten oder durch Gährungsprocesse entstandenen Säuren zu neutralisiren und zu verdünnen.

1. Prädisponirende Momente für die Entstehung der Zahncaries, die auf der Form und Bildung der Zähne beruhen.

Es kommen hier zunächst in Betracht verschiedene Formen von mangelhafter Entwickelung der Zahngewebe, des Schmelzes besonders und des Zahnbeins, welche als prädisponirende Momente zur Entstehung der Caries eine grosse Wichtigkeit besitzen.

Was die angeborenen Anomalien des Schmelzes betrifft, so kann man Anomalien der Quantität und der Qualität desselben unterscheiden.

Die Anomalien der Quantität zeigen sich in sehr verschiedener Weise: die Oberfläche des Schmelzes ist unregelmässig, zeigt mehr oder minder ausgedehnte Gruben und Vertiefungen die entweder in geringerer Zahl angetroffen werden oder über die ganze Oberfläche der Krone zerstreut sind; die betreffenden Zähne werden von den Engländern gewöhnlich als Honey-combed teeth (honigwabenähnliche Zähne bezeichnet). In anderen Fällen zeigen sich die Kauflächen der Schneidezähne gezähnelt, wobei dieselben öfters eine mehr konische Form haben, was wie die Zähnelung auf defekter Bildung des Schmelzes beruht; oder die Zähne zeigen eine oder mehrere tiefe querüber laufende parallele Furchen. Diese letzteren Veränderungen, welche immer an mehreren Zähnen gleichzeitig vorkommen, pflegt man als Erosion der Zähne zu bezeichnen, wobei es sich aber gleichfalls um eine mangelhafte Entwickelung des Schmelzes handelt, die nur die Form einer Erosion darbietet. Zuweilen endlich fehlt der Schmelz über einen mehr oder minder ausgedehnten Theil der Krone vollständig.

Es ist begreiflich, dass die soeben beschriebenen Anomalien begünstigend auf die Entwickelung der Caries einwirken müssen, indem die Schädlichkeiten in den Vertiefungen und Defekten viel ungestörter ihre Wirkung entfalten können als an einer glatten Oberfläche. Einen ähnlichen Einfluss haben Sprünge des Schmelzes, welche in Folge rascher Temperaturunterschiede entstanden sind. Es ist bezweifelt wor-

den, dass rascher Temperaturwechsel Sprünge im Schmelz hervorbringen könne. Solche Sprünge kommen aber gar nicht selten vor; in manchen Fällen zeigt sich der Schmelz aller oder der meisten Zähne nach allen Richtungen hin von Sprüngen durchzogen. Am häufigsten entstehen dieselben gewiss durch raschen Temperaturwechsel, vielleicht auch zuweilen durch traumatische Einwirkungen. Zum Ueberfluss haben wir uns direct von ersterer Entstehungsweise überzeugt, indem wir Zähne abwechselnd in heisses Wasser, etwa von der Temperatur heisser Speisen und in Eiswasser brachten. Doch scheint es, dass Sprünge weniger Einfluss auf die Entstehung des Caries haben, als die oben erwähnten Defekte des Schmelzes, vorausgesetzt dass die Schmelz normale Härte und Resistenz besitzt, da man mitunter Zähne findet, deren Schmelz nach allen Richtungen hin zersprungen ist, und welche selbst nach langer Zeit nicht von Caries befallen werden. Treten aber die Sprünge an Zähnen auf, deren Schmelz von Hause aus weniger resistent ist, so ist begreiflich, dass dieselben dem Einfluss der Schädlichkeiten leichter erliegen werden.

Angeborene, auf mangelhafter Entwickelung beruhende Anomalien der Qualität des Schmelzes sind häufig mit Anomalien der Quantität combinirt, können aber auch selbstständig auftreten; sie charakterisiren sich im Allgemeinen durch geringere Härte und ein opakes Aussehen des Schmelzes. Tomes unterscheidet 2 Formen; bei der einen bietet der Schmelz eine gelbliche matte Farbe dar; sie tritt besonders bei Zähnen mit den oben erwähnten angeborenen Gruben und Vertiefungen auf, wobei der Grund der Vertiefungen in der Regel sich durch eine etwas dunklere Farbe auszeichnet. Die andere Form stellt sich dar unter der Form von mehr oder minder ausgedehnten weissen Flecken.

Bei der ersten Form fand Tomes im Inneren der Schmelzfasern eine reihenweise Ablagerung kleiner Kalkkörnchen, während die peripherischen Schichten der Fasern gleichmässig verkalkt waren. Es handelt sich daher um eine unvollständige Verkalkung der centralen Theile der Schmelzfasern, ein Zustand der nur eine Steigerung des physiologischen Verhaltens ist, indem nach Tomes auch beim normalen Schmelz die centralen Theile der Fasern später verkalken und bei Behandlung mit verdünnten Säuren rascher entkalkt werden, als die peri-

pherischen. In manchen Fällen zeigen sich sogar im Inneren der Fasern kleine centrale Hohlräume.

Bei den angeborenen weissen Flecken des Schmelzes fand Tomes die faserige Structur desselben, die sonst durch Verschmelzung der peripheren Schichten der Schmelzfasern verloren geht, mehr oder minder erhalten, indem die einzelnen Fasern nicht so innig unter einander verbunden waren.

Wir haben nur wenig Gelegenheit gehabt, diese Anomalien zu untersuchen, unsere Erfahrungen beschränken sich auf die Untersuchung zweier Fälle von angeborenen weissen Flecken des Schmelzes. Beide Zähne zeigten aber bereits in der Mitte der Flecken eine umschriebene dunkelbraune Färbung, als Zeichen beginnender Caries, jedoch machte die scharfe Begrenzung der Flecke und ihre ausgesprochene weisse Farbe es nicht zweifelhaft, dass es sich wirklich um angeborene Flecke handelte, an denen sich Caries zu entwickeln begann.

Die Consistenz des Schmelzes war bedeutend vermindert, schon bei leichtem Druck zerfielen die abgesprengten Stückchen in sehr kleine Partikel, nur selten isolirte sich aber dabei eine Schmelzfaser von den neben liegenden und immer nur auf eine ganz kurze Strecke. Die Grenzen der einzelnen Prismen waren in beiden Fällen sehr deutlich, dagegen die Querstreifung nur in dem einen Falle.

Die Schmelzprismen waren daher in diesen Fällen ziemlich fest unter einander verbunden, und ihr Zusammenhang nicht wie Tomes angiebt, vermindert. Bei dem Mangel an weiteren Beobachtungen wagen wir aber aus diesem Befunde keine weiteren Schlüsse zu ziehen, um so weniger als sich nicht mit absoluter Sicherheit feststellen liess, was dabei der Caries und was angeborenen Bildungsfehlern zugeschrieben werden musste.

Jedenfalls aber wird die Prädisposition, welche diese angeborenen Anomalien der Qualität des Schmelzes für die Entstehung der Caries abgeben, schon durch die geringere Härte der betreffenden Stellen genügend erklärt.

Mit Anomalien der Schmelzbildung ist auch zuweilen mangelhafte Bildung des Zahnbeins verbunden; doch kommen Bildungs-Anomalien im Zahnbein weniger häufig vor, als im Schmelz. Am ge-

wöhnlichsten ist eine abnorm grosse Menge von Interglobularräumen im Zahnbein; diese treten wie Magitot gefunden hat, zuweilen in mehreren, der Oberfläche des Zahnbeins parallelen und in ziemlich gleichen Abständen befindlichen Schichten auf.

Diese Anomalie beruht gleichfalls auf einer Hemmung der Entwickelung, in Folge deren in gewissen Schichten des Zahns die Verkalkung unvollständig erfolgt. Sie findet sich hauptsächlich bei den als Erosion bezeichneten bedeutenderen Defekten im Schmelze, während bei dem kleinere Furchen, Löcher und Gruben zeigenden Schmelze der sogenannten Honey-combed Zähne das Zahnbein häufig sehr resistent gefunden wird.

Die Ursachen dieser gestörten Entwickelung der Zahnsubstanzen, des Schmelzes sowohl als des Zahnbeins sind sehr manchfaltiger Art; sowohl locale Affectionen des Mundes, als auch die verschiedensten Allgemeinkrankheiten bringen Störungen in der Entwickelung der Zähne hervor. Unter letzteren wurde besonders von Hutchinson die angeborene Syphilis als häufige Ursache hervorgehoben, doch können auch die verschiedensten anderen Allgemeinerkrankungen Ursache dieser Anomalien werden.

Allein abgesehen von gröberen Bildungsfehlern scheinen die Zahngewebe auch Verschiedenheiten ihrer chemischen Zusammensetzung und auch ihrer Härte darzubieten, vermöge deren sie äusseren Einflüssen mehr oder minder leicht zu widerstehen vermögen. Dies geht schon aus der verschiedenen Farbe und dem verschiedenen Aussehen der Zähne hervor, nach welchen Eigenschaften man dieselben auch häufig classificirt hat. Bei dem Mangel jeglicher positiven Untersuchung über diesen Gegenstand lassen sich jedoch vorderhand über die Ursachen dieser Verschiedenheiten der Farbe und des Aussehens nur Vermuthungen äussern. Von Wichtigkeit scheint besonders die relative Menge organischer und anorganischer Substanzen zu sein. Dass Unterschiede in dieser Beziehung vorkommen können, sowohl im Schmelz als auch im Zahnbein, kann a priori gewiss nicht bestritten werden und derartige Verschiedenheiten haben sich auch bei den Analysen herausgestellt. Jedoch haben wir keinen Anhaltspunct dafür, welches die physikalischen Merkmale der Zähne sind, die uns auf eine Verschiedenheit ihrer Zusammensetzung in dieser Beziehung schliessen lassen.

Die Zähne verschiedener Individuen haben im Allgemeinen sehr verschiedenes Aussehen, man kann aber 2 Hauptrichtungen unterscheiden, nach welchen sie von dem als die Norm anzusehenden Aussehen, weisser Farbe und mässiger Durchsichtigkeit des Schmelzes abweichen: sie sind entweder mehr bläulich und durchscheinender als im Mittel, oder mehr gelblich und opak. Dabei giebt es natürlich alle Uebergänge zwischen den verschiedenen Typen. Die bläulichen, durchscheinenden Zähne sind sehr wenig resistent, während die gelblichen, unschön aussehenden Zähne sich meist durch ziemliche Widerstandskraft gegen die Angriffe der Caries auszeichnen.

Gewöhnlich nimmt man an, je weniger ein Zahn der Caries widersteht, eine um so grössere Menge organischer Substanz im Verhältniss zur anorganischen müsse er besitzen, und umgekehrt. Dies kann jedoch a priori keineswegs zugegeben werden. Bei den weiter unten beschriebenen Versuchen über die Einwirkung von Säuren auf die Zähne hat sich gezeigt, dass die ersten Veränderungen immer am Schmelz auftreten, während das Zahnbein erst nach einiger Zeit ergriffen wird. Dies ist auch ganz begreiflich; eine geringe Verminderung der Kalksalze wird beim Schmelz bereits sehr wesentlich bemerkbar sein, weil die Menge der organischen Bestandtheile zu gering ist, um die Form und Consistenz des Gewebes nach Hinwegnahme eines Theiles der Salze zu erhalten; das Zahnbein dagegen behält selbst nach völliger Entkalkung seine Form bei, es bleibt der ziemlich resistente Zahnbeinknorpel zurück. Doch darf man hieraus nicht ohne Weiteres den Schluss ziehen, dass je grösser der Gehalt des Zahnbeins oder Schmelzes an organischen Stoffen, um so grösser seine Widerstandskraft gegen die Caries sei, da hierbei noch zu viele andere Momente mit in's Spiel kommen. Trotzdem ist es uns wahrscheinlich, dass die bläulichen durchscheinenden Zähne relativ ärmer an organischen Stoffen sind, namentlich im Schmelze, während die gelblichen, derben Zähne eine etwas grössere Menge organischer Substanz entfalten dürften. Ob ausserdem noch andere Verschiedenheiten der Zusammensetzung, also namentlich in dem Verhältniss der Mengen der verschiedenen Salze zu einander vorkommen und auf die Prädisposition zur Caries von Einfluss sind, darüber lässt sich bis jetzt nichts angeben. Für den Schmelz ist durch die neueren Analysen von Hoppe (Unter-

suchungen über die Constitution des Zahnschmelzes. Virch. Arch. XXIV. 1. 2. S. 13) eine grosse Constanz der relativen Mengenverhältnisse von phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk bei den verschiedensten Thieren nachgewiesen worden, indem auf 3 Atome phosphorsaurem Kalk durchschnittlich 1 Atom Kalk kommt, das an Chlor, Fluor oder Kohlensäure gebunden ist. Hiernach würden also wenigstens für den Schmelz, Unterschiede des Gehaltes an den verschiedenen Salzen weniger Wahrscheinlichkeit für sich haben.

Auch scheinen Unterschiede in der physikalischen Härte der Zähne vorzukommen, welche natürlich gleichfalls für die Prädisposition zur cariösen Erkrankung von Wichtigkeit sein müssen.

2. Einfluss der Säuren auf die Entstehung der Zahncaries.

Dass Einwirkung von Säuren zur Entstehung der Caries der Zähne nöthig sei, wird wohl Niemand bezweifeln wollen. Die in Wasser unlöslichen Salze des Schmelzes und Zahnbeins bedürfen zu ihrer Lösung nothwendiger Weise der Säuren. Es sind jedoch hierzu keineswegs starke Säuren erforderlich, welche die Kohlensäure oder gar die Phosphorsäure aus ihrer Verbindung mit dem Kalk auszutreiben im Stande wären; die Kalksalze des Zahnes, sowohl kohlensaurer als neutraler phosphorsaurer Kalk lösen sich in jeder Säure, selbst in kohlensäurehaltigem Wasser auf, indem sie sich in saure Salze verwandeln, die in Wasser ziemlich gut löslich sind.

In der That findet man auch die Oberfläche cariöser Zähne sehr häufig sauer reagirend und zwar trifft man die Reaction constant an dem Inhalte cariöser Höhlen, die im Fortschreiten begriffen sind.

Spence Bate führt eine Beobachtung an, aus der man schliessen könnte, dass reines Wasser die Zähne aufzulösen vermöge. Eine Dame hatte 2 Gebisse künstlicher Zähne, von denen sie das eine trug, bis die Zähne cariös geworden waren, während sie das andere unterdessen sorgfältig in Wasser aufbewahrte. Nach Ablauf von 7 Jahren, als sie zu dem zweiten Gebiss ihre Zuflucht nehmen wollte, da das bisher getragene unbrauchbar geworden war, fand sie das erstere ebenso zerstört als das letztere. Sollte sich dieser Fall nicht durch die Beobachtungen von Wedl und Heider erklären lassen, nach welchen in Zähnen, die

in reines Trinkwasser gelegt waren, schon nach 10 Tagen in Cement und Zahnbein sich Pilze entwickelten, die nach einigen Wochen diese Gewebe dermassen angegriffen hatten, dass sie siebförmig durchlöchert waren. —

Wäre die Einwirkung der Säuren die einzige Ursache der Caries der Zähne, so müssten sich die cariösen Veränderungen derselben ausserhalb des Mundes mit Leichtigkeit erzeugen lassen. Dem ist aber nicht so, die Säuren bringen zwar einen Theil der Erscheinungen der Caries hervor, aber das Gesammtbild der Zahncaries ist wesentlich verschieden von dem der Veränderung durch Säuren.

Untersuchungen über den Einfluss von Säuren und verschiedenen anderen Stoffen auf die Zahngewebe sind schon von mehreren Seiten gemacht worden.

Namentlich sind hier zu nennen die ausführlichen Versuche, welche A. Westcott 1843 in Nordamerika unter Mithülfe von Dalrymple anstellte. Diese Autoren kamen bei ihren Versuchen zu folgenden Resultaten:

1) Alle Säuren, mineralische sowohl als vegetabilische, wirken sehr rasch auf die Zähne ein (so z. B. corrodirten Essigsäure und Citronensäure in 48 Stunden den Schmelz dermaassen, dass sich ein grosser Theil desselben mit dem Fingernagel abkratzen liess; auch Aepfelsäure wirkte sehr rasch).
2) Salze, deren Säuren eine stärkere Verwandtschaft zum Kalk als zu ihrer Basis haben, wirken gleichfalls auf die Zähne (saurer weinsaurer Kalk zerstörte den Schmelz sehr rasch, Trauben wirkten schon nach 24 Stunden so stark, dass die Oberfläche des Schmelzes das Aussehen von Kalk darbot).
3) Vegetabilische Substanzen wirken nur, wenn sie in Essigsäuregährung übergehen, so z. B. Zucker, der an sich keine Wirkung ausübt, und erst wirkt, wenn er in saure Gährung übergegangen ist.
4) Animalische Substanzen wirken sehr langsam, wenn überhaupt, selbst bei sehr vorgeschrittener Fäulniss.

Zu ganz ähnlichen Resultaten kam Allport (s. American Journ. of Dent. Sc. 30. April 1858) bei der Untersuchung der Einwirkung verschie-

dener Säuren auf die Zähne, wobei er sich der gewöhnlich zu medicinischen Zwecken verwandten Verdünnungen bediente.

Alle Säuren, mineralische sowohl als Citronen- und Essigsäure wirkten nach wenigen Stunden schon sehr stark auf den Schmelz ein.

Aehnliche Versuche mit übereinstimmenden Resultaten wurden ferner von P. Mantegazza angestellt (Mantegazza, über die Wirkung von Zucker und gewissen Säuren auf die Zähne. Mailand 1862, übersetzt in Brit. Journ. of Dent. Sc. 1864. Vol. VII. N. 92). Zucker wirkte nur auf die Zähne, wenn er in Essigsäure- oder Milchsäure-Gährung übergegangen war. Milchsäure und concentrirter oder verdünnter Essig und Citronensaft wirkten auf den Schmelz der Zähne ein.

Nachdem wir unsere Untersuchungen über Zahncaries bereits begonnen hatten, erschien die Arbeit von Magitot (Etudes et expériences sur la Salive considerée comme agent de la carie dentaire Paris 1866). Die Resultate der darin mitgetheilten Versuche sollten nicht allein beweisen, dass Säuren und saure Salze, auf die Zähne einwirken, sondern auch dass die Säuren die alleinige Ursache der Zahncaries abgeben, und dass die durch ihre Einwirkung an den Zähnen hervorgebrachten Veränderungen der Caries der Zähne ganz ähnlich oder mit ihr identisch seien.

Die von Magitot verwandten Stoffe waren zunächst Lösungen einer grossen Reihe von Säuren, einiger saurer Salze ausserdem Lösungen von Zucker, Albumin, Kochsalz und Alaun. Er setzte die Zähne während eines Zeitraumes von 2 Jahren der Einwirkung dieser Substanzen aus. Nach Ablauf dieser Zeit waren in vielen Fällen die Lösungen, in welche die Zähne gebracht worden waren von dicken Schichten von Schimmelpilzen bedeckt, die saure Reaktion hatte zuweilen einer neutralen Platz gemacht und die Zähne waren mehr oder minder angegriffen, erweicht und zerstört. Der Schmelz war in manchen Fällen erdig weiss, kreidig und zerstört; das Zahnbein bräunlich oder gelblich, entkalkt und erweicht und dadurch cariösem Zahnbein ähnlich.

Es zeigten sich dabei noch merkwürdige Unterschiede in der Einwirkung der verschiedenen Substanzen auf die verschiedenen Gewebe der

Zähne. Magitot unterscheidet nach den Resultaten seiner Versuche vier verschiedene Kategorien von Stoffen in Bezug auf ihre Einwirkung auf die Zähne.

Es giebt nach ihm:

1) Stoffe, welche gleichmässig alle Gewebe der Zähne angreifen; hierher gehören: die Zuckerarten (aber nur in Folge ihrer Umwandlung in Säuren), Milchsäure, Buttersäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Kohlensäure, die Producte der Zersetzung von Albumin und albuminartigen Stoffen.
2) Stoffe, welche besonders und ausschliesslich den Schmelz zerstören: Alaun, Oxalsäure und ihre sauren Salze.
3) Stoffe, welche ausschliesslich auf Zahnbein und Knochen wirken: Essigsäure, Weinsäure, und ihre sauren Salze, Tannin.
4) Stoffe, welchen jede Wirkung auf die Zahngewebe abgeht, wie z. B. Chlornatrium und die meisten übrigen neutralen Stoffe, welche im Munde angetroffen werden können.

Diese Resultate stimmen nicht vollständig mit den oben angeführten von Westcott, Allport und Mantagezza überein. Wir haben daher, um die Versuche von Magitot zu controliren, eine Reihe von Zähnen der Einwirkung der hauptsächlichsten von Magitot benutzten Substanzen ausgesetzt, haben uns aber dabei nicht überzeugen können, dass die blosse Wirkung von Säuren der Caries völlig ähnliche Veränderungen zu erzeugen vermag.

Bei der Wiederholung der Magitot'schen Versuche vermieden wir jedoch zunächst die lange Dauer derselben. Soll die Caries in einer rein chemischen Einwirkung von Säuren auf die Zahnsubstanzen bestehen, so sieht man nicht ein, dass Jahre dazu nöthig sind, um den Process zu Ende zu bringen.

Wenn eine hinreichende Menge von Säurelösung vorhanden ist, bewirken selbst sehr schwache Lösungen auch in den von Magitot angewandten Concentrationen in wenigen Tagen schon eine sehr bedeutende Veränderung der Zahnsubstanzen. Lässt man die zu den Versuchen benutzten Zähne Jahre lang in der Flüssigkeit verweilen, ohne den Säuregehalt derselben nachzuprüfen und die durch die Kalksalze neutra-

lisirte Säure zu ersetzen, so wird man die Resultate nicht mehr allein auf Rechnung der Säuren schieben können, sondern wird dabei auch die mittlerweile stattgefundenen Zersetzungen der organischen Substanz des Zahnes, die auftretenden Fäulniss- und Gährungsprocesse und die Wirkung der dabei sich bildenden niederen Pflanzen und Thierorganismen mit in Rechnung zu bringen haben. Die saure Reaktion der Flüssigkeit, in der die Zähne gelegen hatten, zeigte sich bei den Magitot-schen Versuchen in mehreren Fällen am Ende in eine neutrale umgewandelt, Beweis, dass in den letzten Stadien der Versuche und vielleicht während langer Zeit die Säure nicht mehr zur Erzeugung der Veränderungen beigetragen haben konnte.

Dass der Process im Munde in der Regel viel länger dauert, kann ganz einfach darauf beruhen, dass nicht immer die nöthige Säure vorhanden ist, sondern dass die Säuren immer nur während sehr kurzer Zeit einwirken.

Wie sehr bei derartigen Versuchen die Möglichkeit vorliegt, dass Pilzwucherungen mit zu den Erscheinungen beigetragen haben, beweisen ausser unter unseren eigenen Untersuchungen über das Eindringen von Leptothrixpilzen in das Innere der Zahnsubstanzen die schon oben erwähnten Beobachtungen von Wedl und Heider über das Eindringen von Pilzen in ausgezogene Zähne.

Da jedoch keine microscopische Untersuchung der bei diesen Versuchen zerstörten Zähne gemacht wurde, so lassen sich hierüber nur Vermuthungen äussern. Die Aehnlichkeit der bei den Versuchen hervorgebrachten Veränderung mit Caries beschränkt sich daher auch auf die Verminderung der Consistenz des Schmelzes, der kreideartig weich und zerreiblich wurde und auf die braune oder gelbliche Farbe und die mehr oder minder weit gediehene Erweichung des Zahnbeins, die mitunter einen sehr hohen Grad erreichte.

Diese äusserlichen Aehnlichkeiten können aber keinen vollgültigen Beweis abgeben, dass es sich um wirkliche Caries handelte, und selbst wenn sich bei microscopischer Untersuchung der Zähne der wirklichen Caries ähnliche Befunde gezeigt hätten, so wäre noch keineswegs bewiesen, dass diese ausschliesslich auf die Wirkung der Säuren zu schieben seien.

Die Resultate unserer Versuche stimmen daher auch nicht vollständig mit denen von Magitot überein, während sie die von Westcott, Allport und Mantegazza einfach bestätigen. Wir fanden, dass alle Substanzen, welche überhaupt eine zerstörende Wirkung auf die Zahngewebe ausüben, zunächst eine Veränderung des Schmelzes hervorbringen, welcher eine Veränderung des Zahnbeins folgt. Der Schmelz der im normalen Zustand durchscheinend ist, wird weiss und undurchsichtig, milchig, im weiteren Fortgange kreidig. Im Anfang, namentlich bei sehr hartem Schmelze, beobachtet man mitunter Nichts als eine weisse Färbung und den Verlust der Durchsichtigkeit, die Oberfläche kann dabei noch ganz glatt und glänzend sein; später erst wird sie rauh und uneben und der Schmelz bekommt dadurch ein erdiges, kreidiges Aussehen. Die Erweichung nimmt allmählig zu und schreitet in die Tiefe, so dass sich nach einiger Zeit der Schmelz mit dem Nagel abkratzen oder in grösseren Stücken entfernen lässt. Bei einigen Säuren, welche schwerlösliche Salze liefern, bedeckt sich der Schmelz und auch die Wurzel mit zahllosen, oft sehr zierlichen kleinen Krystallen.

Wenn man die erste Veränderung am Schmelze bemerkt, ist das Zahnbein und der Cement noch von normalem Aussehen und normaler Härte; nach einiger Zeit fangen jedoch auch sie an angegriffen zu werden; man erkennt dies an einem etwas durchscheinenden Aussehen der Wurzeln, welche sich Anfangs oberflächlich, dann tiefer mit dem Messer schneiden lassen und später selbst biegsam werden. In geringem Grade ist ersteres zwar auch bei normalem Zahnbein der Fall, wir pflegten aber in zweifelhaften Fällen immer die Härte des mit Säuren behandelten Zahnbeins mit normalem zu vergleichen.

Zum Beweise führen wir hier einige Auszüge aus dem von uns geführten Versuchsprotocolle an:

1) Weinsäure.

a) $^1/_{10}$ pCt. Lösung.

Nach 2 Tagen zeigt sich der Schmelz mit feinen Kryställchen bedeckt, nach deren Abkratzen er seinen Glanz verloren hat und erdig weiss aussieht. An der Wurzel keine merkliche Veränderung.

Nach 8 Tagen hat die Veränderung des Schmelzes zugenommen, die Wurzel lässt sich oberflächlich mit dem Messer schneiden.

Nach 14 Tagen hat die Veränderung des Schmelzes noch Fortschritte gemacht, während die Wurzel im Ganzen nur oberflächlich und in geringem Grade erweicht ist.

b) Trauben.

Einige Zähne werden in zerdrückte Trauben eingelegt, deren Saft ziemlich stark sauer reagirt.

Nach 44 Stunden ist die Oberfläche des Schmelzes sehr rauh, mit zahlreichen Kryställchen bedeckt, nach deren Abschaben sie uneben und etwas erdig aussieht, und ihren Glanz verloren hat. Die Wurzel ist gleichfalls mit Kryställchen bedeckt, doch in geringerer Menge und ist noch nicht merklich angegriffen.

Nach 11 Tagen wird der Versuch beendigt, der Schmelz zeigt sich auf dem Durchschnitte durch seine ganze Dicke erdig weiss und porös, die Wurzel kaum verändert.

2) Essigsäure.

$^{1}/_{10}$ pCt. Lösung.

Nach 10 Tagen ist der Schmelz an der vorderen Fläche erdig weiss, lässt sich abkratzen mit dem Nagel, während er hinten noch ziemlich normal ist. Die Wurzel lässt sich oberflächlich mit dem Messer schneiden.

Nach 17 Tagen lässt sich der Schmelz überall in grossen Stücken abheben, unter ihm ist sogar das Zahnbein entkalkt. Die Wurzel lässt sich sehr leicht mit dem Messer schneiden.

3) Oxalsäure.

$^{1}/_{10}$ pCt. Lösung.

Nach 7 Tagen ist der Boden des Gefässes von einer dicken Schicht eines weissen Pulvers bedeckt, gebildet von feinen Krystallen von oxalsaurem Kalk. Der Schmelz ist erdig weiss, lässt sich abkratzen, eine Stelle der Krone ist noch glänzend. Die Wurzel scheint noch nicht verändert.

Nach 14 Tagen ist der Schmelz allenthalben erdig weiss und lässt sich leicht abkratzen. Wurzel besonders an den Spitzen mit dem Messer schneidbar, leichter als normal.

4) Alaun.

1 pCt. Lösung.

Nach 2 Tagen keine Spur einer Veränderung.

Nach 6 Tagen an der Kaufläche Verminderung des Glanzes und eichter erdiger Ueberzug der sich abkratzen lässt. Wurzel scheint nicht angegriffen.

Nach 20 Tagen: Schmelz lässt sich leicht abkratzen, keine Veränderung hat zugenommen. Wurzel oberflächlich leichter schneidbar als normal.

5) Milchsäure.

a) $^1/_{10}$ pCt. Lösung.

Nach 10 Tagen war an einem der Zähne, einem starken, harten Backzahn keine Veränderung wahrzunehmen. An einem anderen Zahne ist der Schmelz allenthalben weiss, zum Theil matt, zum Theil noch glänzend, überall sehr leicht kratzbar. An der Wurzel nicht mit Sicherheit eine Veränderung zu constatiren.

Nach 17 Tagen zeigt sich an dem ersteren Zahn an den Spitzen der Krone eine leichte milchweisse Färbung, ohne Verlust des Glanzes. An dieser Stelle lässt sich eine dünne Schicht mit dem Messer abkratzen. Wurzel nicht verändert. Am zweiten Zahn hat die Veränderung des Schmelzes zugenommen. Die Wurzel scheint oberflächlich leichter mit dem Messer schneidbar.

b) 1 pCt. Lösung.

Nach 2 Tagen ist der Schmelz erdig weiss und matt. Wurzel normal.

Nach 13 Tagen lässt sich der Schmelz allenthalben mit dem Nagel abkratzen. Wurzel ist oberflächlich entkalkt, lässt sich leicht mit dem Messer schneiden, doch nur bis zu geringer Tiefe.

Es schien uns überflüssig die Versuche auf längere Zeit auszudehnen, wir unterbrachen sie meistens, nachdem die beginnende Entkalkung des Zahnbeins unzweifelhaft constatirt war, da uns der weitere Verlauf nicht interessirte, und es uns gleichgültig war zu erfahren, ob eine vollständige Entkalkung der Zähne durch die verschiedenen Säureconcentrationen möglich sei. In einigen Versuchen, wo wir die Zähne

etwas längere Zeit der Einwirkung der Säuren aussetzten, zeigte sich, dass selbst durch verdünnte Lösungen mancher Säuren eine ziemlich vollständige Entkalkung hervorgebracht werden kann.

Es geht aus den mitgetheilten Versuchen zunächst unzweifelhaft hervor, dass Weinsäure und Essigsäure dieselbe Veränderung des Schmelzes und schon in sehr schwacher Lösung hervorbringen wie die übrigen Säuren, namentlich Milchsäure und Oxalsäure, während Magitot behauptet, dass Weinsäure und Essigsäure nur das Zahnbein, nicht aber den Schmelz angreifen. Wodurch die gegentheiligen Resultate von Magitot hervorgebracht wurden, können wir nicht entscheiden; wir bemerken nur, dass auch er für die Weinsäure angiebt, die Oberfläche des Schmelzes sei mit kleinen Krystallen überzogen gewesen, die mitunter ziemlich fest hafteten. Unter denselben war aber nach ihm der Schmelz völlig normal. Wir fanden dagegen nach vorsichtigem Abkratzen dieser Krystalle die Oberfläche immer uneben und rauh und auf dem Durchschnitte war der Schmelz bis zu einer bedeutenden Tiefe in eine erdige Masse verwandelt. Vielleicht erklärt sich die Differenz dadurch, dass kein eigentlicher Substanzverlust stattgefunden hatte, während trotzdem die erwähnte Umwandlung des Schmelzes in eine kreidige Masse bestand. Auch könnten die schon öfters erwähnten Verschiedenheiten in der physikalischen Consistenz und vielleicht auch der chemischen Zusammensetzung des Schmelzes, welche eine verschiedene Resistenz gegen die Einwirkung der Säuren bedingen dabei mitgewirkt haben, wie sie sich auch in unserem Versuch 5) geltend machten.

Unsere Versuche stehen dagegen im Einklang mit denen von Westcott, Allport und Mantegazza, welche übereinstimmend fanden, dass vegetabilische Säuren ohne Unterschied den Schmelz der Zähne angreifen.

Auch mit der Behauptung von Magitot, dass Oxalsäure und Alaun den Cement und das Zahnbein nicht angreifen, stehen unsere Versuche nicht in Einklang. Die Verminderung der Härte des Zahnbeins tritt zwar immer später ein als die erste Veränderung des Schmelzes, aber dies war bei allen Säuren der Fall, auch wurden unsere Versuche nicht lange genug fortgesetzt, um eine bedeutendere Entkalkung des Zahnbeins zu bewirken. Die verminderte Härte der Zahnwurzeln war

bei Oxalsäure und Alaunlösung deutlich zu constatiren, doch schienen uns Oxalsäure-, Weinsäure- und Alaunlösungen das Zahnbein etwas langsamer anzugreifen, als z. B. Essigsäure, doch wirkt auch Milchsäure in starker Verdünnung nur sehr langsam.

Die von Magitot gefundenen specifischen Einwirkungen verschiedener Substanzen auf die Zahngewebe müssen daher auf Zufälligkeiten beruht haben, da sie sich bei wiederholten Versuchen nicht bestätigen.

Was die Einwirkung von Zucker betrifft, so stimmen alle Versuche darin überein, dass derselbe in reinem Zustande die Zähne nicht im mindesten angreift und nur wirkt, wenn er in saure Gährung übergegangen ist, und auch wir sind zu demselben Resultate gelangt. Die beweisendsten Versuche hat Magitot angestellt, indem er durch Erhitzen der Zuckerlösung und Zuschmelzen des Glases die Gährung des Zuckers verhinderte, worauf nach 2 Jahren die Zähne sich noch völlig intakt fanden.

Die Art und Weise, wie Zähne von Säuren angegriffen werden, erklärt sich aus dem sehr verschiedenen Gehalt an organischer Substanz des Schmelzes auf der einen und des Zahnbeins und Cements auf der anderen Seite. Beim Schmelz, der nur einige Procent organischer Substanz besitzt, muss eine geringe Verminderung der Menge seiner Salze schon eine bedeutende Störung seiner molecularen Zusammensetzung und demgemäss seiner physikalischen Eigenschaften hervorbringen, während beim Zahnbein ein geringer Verlust von unorganischen Stoffen nicht so leicht bemerkbar sein wird, da durch seinen Gehalt an organischen Stoffen das Gewebe seine Consistenz behält. Entkalkter Schmelz hinterlässt nur eine sehr geringe Menge organischen Gerüstes, das nur kurze Zeit unter dem Microscop die Schmelzstructur zeigt, aber sehr bald völlig sich auflöst; entkalktes Zahnbein dagegen hat die Consistenz des Knorpels und behält die Form des nicht entkalkten Zahnbeins vollständig bei.

Die gleiche Beschaffenheit des Schmelzes, welche durch Einwirkung von Säuren erfolgt, findet sich bei Caries des Schmelzes, und erklärt sich auch bei letzterer aus der Einwirkung von Säuren, die dem Gewebe einen Theil der Kalksalze entziehen, wodurch es porös, undurchsichtig wird und seine Härte einbüsst.

Bei Einwirkung von Säuren ausserhalb des Mundes wird daher immer zuerst der Schmelz angegriffen. Es fragt sich jedoch, ob die Auflösung der Kalksalze des Zahnbeins nicht schon zu gleicher Zeit beginnt wie die des Schmelzes, aber erst später für die äusserliche Beobachtung sich kundgiebt. Wir sind geneigt dies anzunehmen, da wir keinen Grund einsehen, warum die Salze des Zahnbeins weniger löslich sein sollten als die des Schmelzes. Es kommen übrigens Verschiedenheiten in der Härte des Schmelzes und Zahnbeins vor, welche bewirken, dass dieselben mehr oder minder rasch angegriffen werden, und deren Einfluss auf die Entstehung der Caries wir bereits ausführlich gewürdigt haben.

Was die Nutzanwendung obiger Versuche betrifft, so lehren sie zunächst, dass Zucker und zuckerhaltige Flüssigkeiten, wenn sie in Bedingungen versetzt werden, die ihrer Umwandlung in Säuren förderlich sind, in Folge dessen schädlich auf die Zähne einwirken können. Im Munde sind aber alle Bedingungen zur sauren Gährung vorhanden, und die in denselben gebrachten Zuckerlösungen müssen daher ganz ähnlich wirken, wie Säuren.

Bekanntlich wird im Publikum gewöhnlich dem Zucker ein sehr schädlicher Einfluss auf die Zähne zugeschrieben. Diese Meinung ist wohl begründet und wird bewiesen durch die oft gemachte Beobachtung, dass die Zahncaries bei gewissen Gewerben, namentlich Zuckerbäckern und Köchen, die viel zuckerhaltige Dinge geniessen oder kosten und die auch wohl in Pulverform in der Luft suspendirten Zucker beim Pulvern und Sieben desselben in den Mund bekommen, ganz besonders häufig ist und sehr zerstörend auftritt.

Freilich werden dagegen auch wieder andere Beobachtungen angeführt, die das Gegentheil beweisen sollen. Die westindischen Neger, welche ganz enorme Mengen von Zucker consumiren, zeichnen sich durch sehr schöne und gesunde Zähne aus; Mantegazza bestätigt dies aus eigener Erfahrung und erwähnt ferner, dass auch Indianer, welche beständig Zuckerrohr und andere zuckerreiche Producte ihres Landes verzehren, ebenfalls sehr gute Zähne besitzen. Mantegazza legt jedoch auf diese Beobachtungen nicht viel Gewicht; er glaubt, diese Völkerschaften seien in ihrer ganzen Organisation von uns zu verschieden, als dass man

von ihnen direct Schlüsse auf civilisirte Nationen ziehen dürfte. Doch wird man jedenfalls dies daraus folgern können, dass sehr gut entwickelte, harte und starke Zähne selbst durch den reichlichsten Zuckergenuss nicht leiden, während mangelhaft gebildete demselben rasch zum Opfer fallen. Es scheint auch daraus hervorzugehen, dass die Europäer und die von ihnen abstammenden Raçen, wie die Nordamerikaner, im Allgemeinen viel schlechter gebildete und viel weniger resistente Zähne besitzen, als sowohl die Neger als die Eingeborenen von Amerika. Man kann daher die grosse Häufigkeit der Zahncaries bei Europäern und Nordamerikanern nicht allein auf die verfeinerte Lebensweise und den Genuss unzweckmässiger, den Zähnen schädlicher Stoffe schieben, sondern man ist genöthigt anzunehmen, dass schon die Anlage und Entwickelung der Zähne weniger vollkommen ist.

Auf die Ursachen dieser auffallenden Thatsache können wir hier nicht weiter eingehen; sie hängt offenbar mit der Entwickelung der Raçencharaktere zusammen. Hieher gehören auch die merkwürdigen Verschiedenheiten in der Häufigkeit der Caries in den verschiedenen Theilen Frankreichs, auf welche Magitot aufmerksam gemacht hat (traité de la carie dentaire S. 61—66).

Durch die Versuche über die Einwirkung von Säuren auf die Zähne werden ausserdem eine Reihe anderer Beobachtungen erklärt, die sich auf die Entstehung der Caries der Zähne beziehen.

Es liegen Beobachtungen vor, wo Personen in Folge länger fortgesetzter Traubenkuren bemerkten, dass ihre Zähne angegriffen wurden. Die Oberfläche der Zähne wurde rauh, eine oberflächliche Schicht des Schmelzes zerstört, und es entwickelte sich auch wohl in einigen Fällen wirkliche Caries. Wir können das Rauhwerden der Zähne, und die Entwickelung von Caries in Folge von Traubenkuren aus unserer eigenen Erfahrung in mehreren Fällen bestätigen. In einem Falle, wo die Zähne ungewöhnlich stark und hart waren und die Kur unterbrochen wurde, als die Zähne begannen rauh zu werden, entwickelte sich keine Caries und die Rauhigkeit verschwand später wieder; in anderen Fällen dagegen wurde mehr oder minder ausgedehnter Verlust des Schmelzes und Entwickelung von Caries beobachtet. Das Rauhwerden erklärt sich ohne Zweifel durch die Zerstörung der oberflächlichsten Schichten des Schmelzes

und den Ansatz feiner Kryställchen von weinsaurem Kalk, wie sie in den oben angeführten Versuchen mit Weinsäure und Traubensaft gleichfalls auftraten. Man wird daher namentlich bei Personen mit schlechten Zähnen derartige Kuren mit Vorsicht gebrauchen lassen müssen, und die Patienten darauf aufmerksam machen, dass die Kur möglicher Weise ihren Zähnen schaden könnte.

Nachdem es durch die mitgetheilten Versuche feststeht, dass die verschiedensten Säuren die Zähne angreifen, handelt es sich darum zu entscheiden, welche Säuren bei der Caries der Zähne hauptsächlich betheiligt sind, und auf welche Weise sie in den Mund gelangen.

Säuren werden bekanntlich sehr gewöhnlich mit Nahrungsmitteln und Getränken in den Mund gebracht; Essigsäure als Würze der verschiedensten Gerichte, Aepfelsäure, Citronensäure, Weinsäure in den verschiedenen Obstsorten und den aus ihnen bereiteten Getränken, Oxalsäure in gewissen Pflanzen, Milchsäure in geronnener Milch und gegohrenen Gemüsen u. dgl.; ausserdem als Arzneimittel nicht selten verschiedentliche mineralische Säuren, und ihre sauren Aether, ferner Tannin, überdem Salze, welche im Stande sind, die Zähne anzugreifen, wie Alaun u. dgl. Alle diese Substanzen können wohl dazu beitragen die Caries einzuleiten oder zu befördern, wir glauben aber, dass in den meisten Fällen die durch Zersetzung im Munde gebildeten, oder die in den Secreten desselben enthaltenen Säuren dabei eine viel wichtigere Rolle spielen.

Die in der Mundhöhle enthaltene Flüssigkeit ist bekanntlich eine Mischung der Secrete der verschiedenen Speicheldrüsen und der Schleimdrüsen des Mundes. Die Secrete dieser verschiedenen Drüsen sind fast alle, wenigstens im normalen Zustande neutral oder alkalisch, eine saure Reaction der Mundflüssigkeiten kann daher, abgesehen von direct in den Mund eingeführten Säuren, nur von einer abnormen Beschaffenheit dieser Secrete oder von Gährungsprocessen herrühren, welche die im Munde zurückgebliebenen Speisereste eingehen.

Von den Secreten der Speicheldrüsen ist nur das der Parotis zeitweise schwach sauer, das der Submaxillar- und Sublingualdrüse dagegen

constant alkalisch, was durch Katheterisiren der verschiedenen Ausführungsgänge dieser Drüsen constatirt wurde. Der Parotidenspeichel reagirt zuweilen sauer, wenn er frisch aufgefangen wird, diese Reaction geht aber sehr rasch in eine neutrale oder schwach alkalische über, wobei die vorher klare Flüssigkeit sich trübt. Diese saure Reaction wird nach Oehl (La saliva humana etc. Pavia 1864 s. Meissner's Jahresber. Ztschr. f. rat. Med. XXV. Bd. 2. H. S. 242 ff.) erzeugt durch in der Flüssigkeit enthaltene Kohlensäure, welche kohlensauren Kalk, an dem der Parotisspeichel sehr reich ist, in Lösung erhält. Mit dem Entweichen der Kohlensäure schwindet die saure Reaction und der von ihr gelöst erhaltene kohlensaure Kalk fällt nieder.

Aus diesem Umstande erklärt sich auch die Bildung des Weinsteins; es spricht nicht dagegen, dass derselbe mitunter einen bedeutenden Gehalt an phosphorsaurem Kalk neben dem Gehalt an kohlensaurem Kalk besitzt, da phosphorsaurer Kalk durch Kohlensäure ebenso gut in Lösung erhalten werden kann als kohlensaurer. Die Niederschläge der Kalksalze schliessen zwischen sich ein zahlreiche Elemente von Leptothrix und sonstige im Schleim des Mundes vorkommende Gebilde, Epithelzellen, Schleimkörperchen etc., wie dies weiter oben erwähnt wurde.

Die zahlreichen, in der Mundhöhle enthaltenen kleinen acinösen Drüsen secerniren eine Flüssigkeit, die gewöhnlich als Mundschleim bezeichnet wird, und höchst wahrscheinlich in ihren Eigenschaften dem Speichel der Submaxillar- und Sublingualdrüse sehr nahe steht. Man unterscheidet nach ihrem Sitze Lippendrüsen, Backendrüsen, Gaumendrüsen und Zungendrüsen. Ihre Structur ist der der Speicheldrüsen vollständig analog, und ihr Secret enthält wie das der Submaxillar- und Sublingualdrüse eine bedeutende Menge von Schleim, der aus den Epithelzellen der Drüsenbläschen stammt, während das Secret der Parotis keinen Schleim enthält und dünnflüssig ist.

Die Reaction des Secretes der Schleimdrüsen der Mundhöhle lässt sich natürlich beim Menschen direct nicht bestimmen, es lässt sich jedoch daraus, dass die Mischung aller Secrete der Mundhöhle, der gewöhnliche gemischte Speichel, in der Regel schwach alkalisch oder neutral reagirt, schliessen, dass das Secret der Schleimdrüsen des Mundes gleichfalls neutral oder alkalisch sein werde. Ein directerer Beweis hiefür liegt in

einem von Cl. Bernard beim Hunde angestellten Versuch: nach Durchschneidung aller Speichelgänge war die Reaction der Mundflüssigkeit, die somit keinen Speichel enthalten konnte, gleichwohl alkalisch, das Secret der Schleimdrüsen muss daher beim Hunde wenigstens alkalisch reagiren.

Man hat ferner angenommen, dass die Schleimhaut der Mundhöhle, unabhängig von den in ihr enthaltenen Drüsen, ein saures Secret liefern könne, namentlich wenn sie gereizt werde. Tomes ist dieser Ansicht, und gründet dieselbe hauptsächlich darauf, dass Baumwolle, welche man derart zwischen die Zähne steckt, dass sie das Zahnfleisch reizt, die an einer Stelle bestehende Caries entschieden befördert. Man kann diese Thatsache aber daraus ableiten, dass die Baumwolle, als poröse Substanz, die an der betreffenden Stelle auftretenden Zersetzungs- und Gährungsprocesse begünstigen muss. Es ist noch nicht direct nachgewiesen, und auch nicht wahrscheinlich, dass die Schleimhaut des Mundes, abgesehen von den Secreten ihrer verschiedenen Drüsen ein selbständiges Secret in merklicher Menge liefert.

Es ist jedoch eine sehr gewöhnlich zu beobachtende Thatsache, dass der Inhalt der Mundhöhle, namentlich aber die Oberfläche der Zähne und des Zahnfleisches sauer reagirt. Diese saure Reaction könnte a priori durch zwei Ursachen bedingt sein, einmal durch eine abnorme Beschaffenheit der Mundsecrete, und zweitens durch saure Gährung im Munde zurückgebliebener Speisereste.

Was zunächst die Reaction der Mundflüssigkeiten betrifft, so haben wir oben schon angeführt, dass der Parotisspeichel in manchen Fällen sauer reagirt; man könnte daher vermuthen, dass unter Umständen diese saure Reaction derart vermehrt sei, dass der Speichel die Zähne angreife. Die normale, rasch verschwindende saure Reaction des Parotisspeichels welche, wie wir oben erwähnt haben, durch Kohlensäure erzeugt wird, kann natürlich keinen schädlichen Einfluss auf die Zähne ausüben, da sie nicht einmal den Niederschlag des Weinsteins zu verhindern im Stande ist. Hätte dieser saure Speichel die Fähigkeit, noch mehr Kalksalze aufzulösen als er schon gelöst enthält, so würde er nicht einen Theil derselben als Niederschlag zu Boden fallen lassen; da aber jeder Speichel mehr oder minder Weinstein absetzt, so ist sehr unwahrscheinlich,

dass er überhaupt die Zähne angreifen kann. Allerdings kommen Fälle von sehr rasch verlaufender Caries vor, wo fast gar kein Absatz von Weinstein stattfindet; aber in diesen Fällen findet man auch in der Regel eine verminderte Speichelsecretion, die das Fehlen der Weinsteinbildung erklärt. Die im Munde auftretenden Säuren werden nicht mehr durch den Speichel neutralisirt und verdünnt, und greifen desshalb die Zähne leichter an.

Wir glauben daher im Gegentheil, dass der Speichel die Zähne vor der Einwirkung der Säuren schützt; dafür spricht auch, dass gerade die unteren Schneide- und Eckzähne, welche beständig in Speichel gebadet sind, sich durch eine besondere Immunität gegen Caries auszeichnen. Leute, die eine geringe Menge Speichel secerniren, sind zur Caries der Zähne prädisponirt; ebenso findet man im Laufe fieberhafter Krankheiten, welche die Speichelsecretion herabsetzen, eine besondere Prädisposition zu dieser Affection. Das Tabakrauchen, das die Speichelsecretion befördert, scheint dagegen eher einen erhaltenden und jedenfalls keinen schädlichen Einfluss auf die Zähne auszuüben, wenn es denselben auch mit der Zeit eine unschöne Farbe verleiht.

Dem Secrete der Schleimdrüsen der Mundhöhle hat man sehr häufig eine saure Reaction zugeschrieben. Der Grund dafür ist, dass man an der Oberfläche der Mundhöhle, besonders an dem Zahnfleisch und den Zähnen eine Schicht sauer reagirenden Schleimes antrifft, in der sich auch Leptothrixpilze, Epithelzellen der Mundhöhle, Schleimkörperchen etc. vorfinden. Es scheint jedoch, dass dem Mundschleim die saure Reaction nicht an und für sich zukommt, sondern nur in Folge der sauren Gährung, welche er oder der Speichel in amylum- und zuckerhaltigen Flüssigkeiten hervorruft.

Die saure Reaction ist im nüchternen Zustande immer am stärksten ausgesprochen, wo die Speichelsecretion auf ein Minimum herabgesetzt ist, also die gebildeten Säuren nicht sofort neutralisirt und verdünnt werden. Oehl fand jedoch, dass selbst im nüchternen Zustande keine saure Reaction eintritt, wenn nach der Mahlzeit der Mund sorgfältig gereinigt wird.

Oehl verglich die Veränderungen, welche reiner und mit Speiseresten verunreinigter Mundsaft beim Stehen an der Luft eingehen. Er

sammelte Mundsaft nach einer stärkmehlhaltigen Mahlzeit, und eine andere Portion, nachdem der Mund vorher gereinigt worden war. Beide Proben wurden filtrirt und sich selbst überlassen; die erstere, stärkmehlhaltige Flüssigkeit reducirte Kupferoxyd, es war daher bereits ein Theil des Stärkemehls in Zucker verwandelt worden, sie durchlief ein mehrtägiges Stadium der sauren Gährung, bevor die Fäulniss mit alkalischer Reaction auftrat. Bei der zweiten, aus reinem Mundsaft bestehenden Probe blieb dagegen die saure Reaction vollständig aus, vorgängiger Zusatz von Amylum oder Zucker zu diesem ursprünglich reinen Mundsaft bewirkte, dass auch hier die saure Gährung auftrat. Die Gegenwart des Speichels war jedoch zur Entstehung der sauren Gährung nothwendig, da Kleister und Zuckerlösung für sich allein unter denselben Umständen in derselben Zeit nicht sauer wurden. Wenn Zucker oder Amylum in den Mund genommen und daselbst gehalten wurden, während die Reaction desselben alkalisch war, so fand sich nach 20—40 Minuten saure Reaction und noch früher, wenn Traubenzucker genommen wurde. Die saure Reaction des Speichels der Diabetiker erklärt sich aus derselben Ursache, da bei diesen Kranken nicht nur der Harn sondern die meisten Secrete, und unter diesen der Speichel zuckerhaltig gefunden werden. Zur Einleitung der sauren Gährung war der Parotidenspeichel für sich hinreichend, der Submaxillardrüsenspeichel nicht, dagegen wohl eine Mischung beider und ganz besonders eine Mischung beider mit Schleim. Die bei dieser sauren Gährung gebildete Säure ist nach Oehl höchst wahrscheinlich Milchsäure.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass der Mundsaft des Menschen im Stande ist in amylum- und zuckerhaltigen Flüssigkeiten eine saure Gährung hervorzubringen, und dass diese Gährung in der Mundhöhle gleichfalls stattfindet. Die Möglichkeit der sauren Gährung einer Amylumlösung ist bedingt durch die Eigenschaft des Speichels, Amylum in Zucker umzuwandeln, welcher letztere bei Gegenwart eines Fermentes in saure Gährung überzugehen vermag.

Bekanntlich steht es jetzt fest, dass beim Menschen nicht allein ein Gemisch der verschiedenen Mundsecrete, sondern auch der Parotis- und Submaxillarspeichel, jeder allein, Amylum in Zucker umwandelt.

Wenn demnach die saure Reaction der Mundhöhle hauptsächlich

auf saure Gährung von Speiseresten zurückzuführen ist, so kommt dabei doch die relative Menge des Speichels und Schleims wesentlich in Betracht. Abgesehen von dem schon gewürdigten Einfluss der Menge des Speichels, der verdünnend und neutralisirend auf die gebildeten Säuren einwirkt, kann auch eine grössere Menge von Schleim von Wichtigkeit sein, indem die Zähigkeit desselben die rasche Mischung mit dem Speichel verhindert, wodurch es kommen kann, dass local, an der Oberfläche der Zähne z. B., die in dem zähen Schleim gebildeten Säuren sich erhalten, während an anderen Stellen der Mundhöhle neutrale oder selbst schwach alkalische Reaction herrscht.

Gegen die von uns vertretene Annahme, dass die saure Reaction im Munde hauptsächlich durch saure Gährung von Speiseresten entsteht, könnte man noch ferner die Thatsache geltend machen, dass im Verlaufe fieberhafter Krankheiten, namentlich von Typhus sehr häufig die Zähne stark von Caries angegriffen werden, dass demnach trotz der in diesen Fällen gewöhnlich beobachteten Diät vermehrte Säurebildung vorausgesetzt werden muss. Dabei ist aber zu bedenken, dass die Diät niemals absolut ist, und dass namentlich mit den verabreichten Arzneien und Getränken beständig Zucker und sehr häufig auch direct Säuren in den Mund eingeführt werden; der Verbrauch derartiger Flüssigkeiten ist sogar bei dem grossen Durst, an dem diese Kranken meistens leiden, ein sehr bedeutender. Ein wichtiges Moment zur Beförderung der sauren Gährung giebt dabei die Verminderung der Menge des Speichels ab, der zugleich viel concentrirter ist, und mehr Schleim enthält, so dass die gährungserregenden Stoffe dabei nicht fehlen, während die gebildeten Säuren wegen der geringen Menge des Speichels nicht gehörig neutralisirt und verdünnt werden können. Das Wegfallen der Kaubewegungen muss zugleicher Zeit die Anhäufung der in saurer Gährung befindlichen, zähen schleimigen Massen an verschiedenen Stellen der Mundhöhle begünstigen. Durch dieselben Ursachen werden auch die Pilzwucherungen im Munde in ganz enormem Masse begünstigt, und sie bilden auf der Zunge und den Zähnen einen guten Theil des Anfangs weisslichen, später trocken und bräunlich werdenden, russigen Belags.

Einen ähnlichen Einfluss auf die Entwickelung der Caries der Zähne wie fieberhafte Krankheiten haben die verschiedensten localen

entzündlichen Affectionen der Mund- und Rachenhöhle, und überhaupt acute oder chronische Affectionen des Verdauungskanals. Bei denselben wird gleichfalls der zähe, sauer reagirende Belag der Mundhöhle vermehrt gefunden. Es scheint, dass in diesen Fällen der Schleimgehalt der Secrete der Mundhöhle bedeutend zunimmt, während die Menge des Speichels nicht gerade vermindert ist. Aber gerade die bedeutende Zähigkeit desselben verhindert die vollständige Mischung der verschiedenen Flüssigkeiten in der Mundhöhle und begünstigt das Auftreten localer Gährungsprocesse. Auf die Fälle, wo in Folge dyspeptischer Processe aus dem Magen Säuren direct in die Mundhöhle gelangen, wurde schon oben aufmerksam gemacht.

Ebenso wurde schon die Häufigkeit der Zahncaries bei Diabetikern erwähnt und durch den Zuckergehalt des Speichels, der nach Oehl im Munde in Milchsäure übergeht, erklärt.

Die von fast allen Beobachtern bestätigte Häufigkeit der Zahncaries in der Schwangerschaft erklärt sich wohl genügend aus dem häufigen Vorkommen von Verdauungsstörungen, welche mit Säurebildung im Munde einhergehen, während dieses Zustandes. Man wird dabei nicht, wie manche Beobachter gethan haben, eine Analogie finden wollen mit den zuweilen in Folge der Schwangerschaft auftretenden osteomalacischen Processen. Man findet allerdings bei schwangeren Frauen zuweilen Osteomalacie, die in ursächlicher Beziehung zu der Schwangerschaft gebracht werden muss, ja es sind Fälle bekannt, wo geheilte Osteomalacien namentlich des Beckens, während der Schwangerschaft recidivirten und nach Beendigung derselben wieder heilten. Allein abgesehen davon, dass diese Fälle ungemein selten sind, ist doch noch durchaus kein Beweis geliefert, ja es ist sehr unwahrscheinlich, dass die Kalksalze des Zahnbeins ebenso resorbirt werden können wie die des Knochens; man wird daher diese Erklärung jedenfalls zurückweisen können.

Fassen wir das bisher Gesagte nochmals zusammen, so haben wir in den Gährungsprocessen im Munde eine fast continuirliche Quelle der Säurebildung, welche in ihrer Wirkung auf die Zähne wahrscheinlich viel höher anzuschlagen ist, als die vorübergehend mit Nahrungsmitteln u. dgl. in den Mund eingebrachten Säuren. Der Speichel spielt dabei die Rolle, das Amylum der Nahrungsmittel in Zucker umzuwandeln und

durch seinen Gehalt an gährungserregenden Stoffen die saure Gährung einzuleiten. Jedoch verdünnt und neutralisirt er, wenn in hinreichender Menge vorhanden, die gebildeten Säuren und hindert ihre Einwirkung auf die Zähne. Es ist daher auch nicht zu rechtfertigen, wenn Magitot die Behauptung aufstellt, der Speichel sei das eigentliche Agens der Zahncaries; er widerspricht sich selbst, indem er in demselben Satze hinzufügt, der Speichel sei dies nicht durch seine ursprüngliche Zusammensetzung, sondern nur in Folge gewisser Veränderungen derselben, bedingt durch spontane Entwickelung den Zähnen schädlicher Stoffe oder durch Einführung solcher Stoffe von aussen. Man wird daher nicht den Speichel, sondern diese schädlichen Stoffe für das Agens der Zahncaries halten müssen.

Welcher Natur die im Munde gebildete Säure ist, darüber sind noch, soweit wir gefunden haben, keine directen Untersuchungen angestellt, doch wird allgemein angenommen, dass es hauptsächlich Milchsäure sei, und dies hat auch die grösste Wahrscheinlichkeit für sich. Milchsäuregährung tritt in zuckerhaltigen und anderen dieser Gährung fähigen Flüssigkeiten fast regelmässig ein, wenn zugleich eiweissartige Körper in der Lösung vorhanden sind, und ihr Auftreten wird noch besonders begünstigt durch die Anwesenheit von kohlensaurem Kalk, der die gebildete Säure immer sofort neutralisirt, weil die Gährung durch einen etwas stärkeren Säuregehalt erschwert wird. Alle diese Bedingungen sind aber in der Mundhöhle erfüllt, eiweissartige Körper sind im Speichel und Schleim vorhanden und kohlensaurer Kalk findet sich im Weinstein und den Zahnsubstanzen in reichlicher Menge. Ob ausserdem auch noch andere Säuren sich bilden, muss dahingestellt bleiben. Man könnte jedoch erwarten, im Munde die Pilze zu finden, welche nach Pasteur constant die Milchsäuregährung begleiten und hervorbringen, sein sogenanntes Milchsäureferment. Die Angaben der verschiedenen Autoren über das Milchsäureferment sind aber unter einander so sehr abweichend, dass wir auf den Nachweiss desselben im Munde vorderhand keinen grossen Werth legen können. Nach Pasteur sind die Elemente der Milchsäurehefe sehr kleine, in lebhafter Molecularbewegung begriffene Gebilde, von denen er wegen enormer Feinheit keine Masse angiebt. In der Arbeit seines Schülers van Tieghem über Harngährung, findet sich eine Abbil-

dung dieser Pilze; dieselben sind nach derselben etwas eingeschnürt und grösser als die daneben abgebildeten Sporen des Harnstofffermeuts, die einen Durchmesser von 0,0015 Mm. im Mittel haben; die Form dieser Milchsäurepilze stimmt nun vollkommen überein mit der von Pasteur gegebenen Abbildung seines Mycoderma aceti, dessen Elemente ebenfalls 0,0015 Mm. im Mittel haben, was mit den Angaben von Pasteur gar nicht stimmt. Was ferner von Hallier als Gliederhefe oder Milchsäurehefe (Oïdium lactis Fresenius) aufgeführt wird, ist von dem Pasteur'schen Milchsäureferment vollständig verschieden. Die Elemente desselben sind grosse Zellen von rundlich 4 kantiger Gestalt; sie sollen immer entstehen beim Sauerwerden der Milch, und ausserdem auf allen Substanzen, in denen eine saure Gährung stattfindet.

Wir selbst fanden in Milch, die bei niederer Temperatur sauer wurde, ungemein kleine, in lebhafter Bewegung begriffene Körperchen, die uns der von Pasteur gegebenen Beschreibung zu entsprechen schienen. Aehnliche Elemente fanden sich auch in zuckerhaltigem Speichel, der in saure Gährung übergegangen war, und zusammengehäuft boten dieselben ganz das Aussehen der körnigen Leptothrixmassen dar, besonders am Rande der Präparate, wo sie durch Verdunsten von Flüssigkeit ihre Bewegung eingestellt hatten. Jedoch ist uns die Reaction mit Jod und Säuren in keinem dieser Fälle gelungen.

Wir bedauern sehr, dass noch so wenige Anhaltspuncte zu einer genauen Bestimmung der verschiedenen Pilze vorhanden sind, und es konnte daher auch nicht unsere Absicht sein, uns auf derartige weitgehende und sehr zeitraubende Untersuchungen einzulassen.

Wir beschränken uns daher hier auf wenige Bemerkungen über den etwaigen Zusammenhang der sauren Gährung im Munde mit Pilzwucherungen.

Im Munde kommen regelmässig ausser der in grosser Menge vorhandenen Leptothrix, nur in sehr geringer Menge Sporen und Fäden eines Oïdiumartigen Pilzes vor. Die Leptothrixmassen sind aber so vorwiegend, dass wir weit eher geneigt wären, an eine Betheiligung von ihrer Seite zu denken. Wenn überhaupt Pilzwucherungen bei der sauren Gährung im Munde im Spiele sind, was ja noch dahin steht, so würden wir diese Rolle der Leptothrix zuschreiben. Dafür spricht auch die

Aehnlichkeit der bei der sauren Gährung des Speiches und der Milch gefundenen, ungemein feinen in lebhafter Bewegung begriffenen Körnchen mit dem Pasteur'schen Milchsäureferment und mit wirklichen im Munde vorkommenden körnigen Leptothrixmassen. Der Mangel der characteristischen violetten Reaction bei ersteren könnte vielleicht durch ein verschiedenes Entwickelungsstadium erklärt werden.

3. Einfluss der Wucherung von Leptothrix auf die Entstehung der Zahncaries.

Es wurde schon wiederholt darauf hingewiesen, dass die Einwirkung von Säuren an und für sich nicht genügt, um die bei der Zahncaries auftretenden Erscheinungen zu erklären. Säuren sind zwar selbst in sehr starker Verdünnung im Stande, die Zahngewebe anzugreifen, aber es zeigen sich in der Art und Weise ihrer Wirkung bestimmte Verschiedenheiten von den Erscheinungen und dem Verlauf der Zahncaries. Die Säuren greifen zuerst und hauptsächlich den Schmelz an und verwandeln ihn rasch in eine kreidige Masse; erst später macht sich ihre Wirkung auf das Zahnbein bemerklich, das durch die sehr langsame und allmälig zunehmende Verkalkung durchsichtiger und zuletzt knorpelartig wird. Die Caries verläuft dagegen im Schmelze sehr langsam, und im Zahnbein viel rascher, in welchem sie sich sehr schnell nach dem Laufe der Kanälchen ausbreitet.

Diese Verschiedenheit des Verlaufes muss in der Betheiligung der Pilzwucherung an dem cariösen Processe ihren Grund haben. Die Elemente des Pilzes wuchern leicht in die Zahnkanälchen hinein, dehnen dieselben aus, und befördern dadurch das Eindringen von Säuren in die Tiefe; in den harten Schmelz vermögen sie aber nicht, oder erst in einem sehr späten Stadium einzudringen, wenn der Zusammenhang seiner Elemente durch die Einwirkung der Säuren schon bedeutend gelockert ist.

Leptothrixpilze finden sich fast constant in der Mundhöhle vor, wenn dieselbe nicht sehr häufig und sehr sorgfältig gereinigt wird. Bowditch fand bei 40 Personen von verschiedener Beschäftigung und abweichender Lebensweise fast bei allen pflanzliche und thierische Para-

siten. Eine Ausnahme machten nur diejenigen Personen, welche sich täglich mehrere Male die Zähne reinigten und wenigstens einmal mit Seife wuschen. Je grösser die Unreinlichkeit, um so zahlreicher waren die Schmarotzer. Die gewöhnlichen Zahnreinigungsmittel fügten denselben durchaus keinen Schaden zu, dagegen schien Seife sofort tödtlich auf die in Bewegung begriffenen Vibrionen einzuwirken.

Kölliker vermisste unter 20—30 jungen gesunden Individuen auf den Zungenpapillen die graulichen, granulirten Ueberzüge kaum einmal; die Pilzfäden selbst sah er seltener. Doch hängt natürlich viel von der Tageszeit ab, wo man die Untersuchung vornimmt; im nüchternen Zustande werden sich dieselben natürlich immer am reichlichsten entwickelt zeigen.

Während aber unter gewöhnlichen Umständen, die Pilze sich nur an der Oberfläche der Mundhöhle finden, dringen sie bei dem cariösen Processe in die Substanz der Zähne ein. Damit dies geschehen kann, müssen die Zähne für das Eindringen der Pilze vorbereitet, es muss durch die Einwirkung von Säuren die Härte des Schmelzes und Zahnbeins vermindert werden.

Die Pilze sind, wie es scheint, nicht im Stande in Schmelz von normaler Härte einzudringen, selbst normal hartes Zahnbein setzt ihrem Eindringen gewiss grosse Schwierigkeiten entgegen, wenn es dasselbe überhaupt gestattet. (Wir nehmen hier den sogenannten grünen Ansatz der Zähne aus, der übrigens von der Caries verschieden ist, und über den wir keine genügenden Untersuchungen gemacht haben. Es wäre möglich, dass dabei Pilze in die oberflächlichen Lagen des Schmelzes eindringen; bei der gewöhnlichen Caries scheint es aber nicht der Fall zu sein.) Für gewöhnlich bieten aber die Zähne nur ihre von Schmelz überzogene Krone der Einwirkung der Schädlichkeiten dar und diese ist daher durch den Schmelz vor dem Angriff der Pilze geschützt. Ob Leptothrixpilze in normales Zahnbein und Cement eindringen können, wenn dieselben abnormer Weise bloss gelegt sind, müssen wir vorderhand dahin gestellt sein lassen.

Ist aber erst Schmelz und Zahnbein an einer Stelle durch die Einwirkung der Säuren weniger resistent geworden oder hat sich an der Oberfläche des Zahnbeins ein, wenn auch nur ganz kleiner Substanzver-

lust gebildet, dann vermögen die Pilzelemente in das Innere der Zahnsubstanzen einzudringen und durch ihre Wucherung, namentlich im Zahnbein, ein viel rapideres Fortschreiten des Erweichungs- und Zerstörungsprocesses zu bewirken, als es durch die blosse Einwirkung von Säuren der Fall sein würde.

Die Betheiligung der Pilze bei dem cariösen Processe ist in diesem Stadium auch eine ganz constante. Sobald sich ein Substanzverlust erkennen lässt, fehlen dieselben niemals, so dass die Frage von selbst wegfällt, ob nicht auch Säuren allein eine erheblichere Zerstörung der Zähne im Munde hervorbringen könnten. Nur in dem frühesten Stadium, wo die Oberfläche des Zahnes noch glatt und intakt ist, gelang uns der Nachweis der Pilze nicht, und es scheint daher, dass in diesem Stadium, dem der eigentlichen trockenen Caries, die Veränderungen ausschliesslich der Einwirkung der Säuren zuzuschreiben sind.

Es scheint, dass die Wucherung der Pilze durch ein neutrales oder schwach saures Medium begünstigt und durch etwas stärker alkalische Flüssigkeiten verhindert wird. Wir haben schon erwähnt, dass Bowditch die Parasiten bei fleissig wiederholten Seifewaschungen des Mundes verschwinden sah. A. Vogel fand dass Soorpilze (Oïdium albicans) in reinem Wasser und Salzlösungen von nicht alkalischer Reaction, namentlich aber in Zuckerlösung weiter wucherten, während sie in verdünnten alkalischen Lösungen ihre Wucherung einstellten. Diese Beobachtungen sprechen, der Analogie nach zu schliessen, gleichfalls für die Schädlichkeit alkalischer Flüssigkeiten.

V.

Therapeutische Folgerungen.

Es ist nicht ohne Wichtigkeit, noch zum Schlusse einen Blick auf die Frage zu werfen, welche therapeutischen Folgerungen die von uns gefundenen Resultate gestatten und ob sie sich mit den Erfahrungen der Praxis vereinigen lassen.

Was zunächst die prophylaktischen Indicationen betrifft, so sind natürlich die im Munde auftretenden Säuren zu neutralisiren und durch zweckmässige Reinhaltung die Entstehung von Gährungsprocessen und von Pilzwucherungen zu verhindern. Gut geformte Zähne können trotz der grössten Vernachlässigung von Caries verschont bleiben, desto mehr Sorgfalt ist aber auf solche Zähne zu verwenden, die unvollkommen gebildet sind oder schief in ihren Reihen stehen. Durch grosse Sorgfalt können selbst schlecht gebildete Zähne von Caries frei bleiben. Die Reinigung soll mit nicht zu harten Bürsten geschehen, die sich durch leichten Druck in die Zwischenräume der Zähne drängen lassen, und als Reinigungsmittel empfiehlt sich der Gebrauch der Seife, die als schwach alkalisches Mittel die Säuren neutralisirt und auch den Pilzwucherungen entgegen wirkt.*) In vielen Fällen genügt Seife nicht, um den Ansatz der Zähne vollständig zu entfernen, wo sie dann mit mechanisch wirkenden, aber nicht scharf kratzenden Pulvern combinirt werden

---

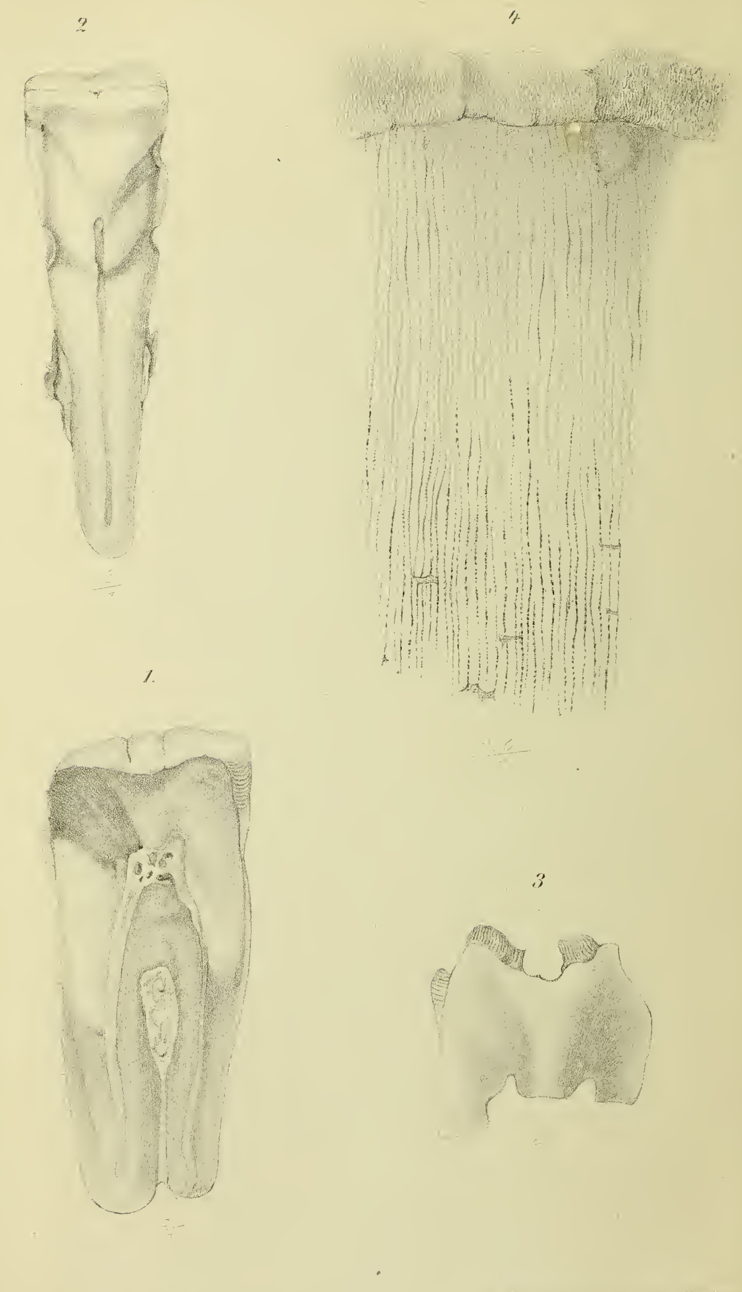
*) Siehe J. B. Rottenstein, die Pflege und Behandlung der Zähne. Frankfurt a/M. 1857.

kann; ihr unangenehmer Geschmack lässt sich durch ein Corrigens beseitigen. Auch das übermangansaure Kali ist als Mundwasser sehr zu empfehlen, da es bekanntlich das beste antiseptische und gährungswidrige Mittel ist und auch auf die Mundschleimhaut einen sehr wohlthätigen Einfluss ausübt.

Was schliesslich die kunstmässige Behandlung der Caries betrifft, so lassen sich die dabei gemachten Erfahrungen gleichfalls vollständig mit unseren Beobachtungen vereinigen. Bei dem Plombiren der Zähne wird der Luft und Feuchtigkeit der Zutritt zu dem Inneren des Zahnes abgesperrt und hierdurch die Bedingungen zur Fortdauer von Gährungsprocessen und Pilzwucherungen aufgehoben.



Taf. I.



VI. Erklärung der Tafeln.

TAFEL I.

Fig. 1. 3-fach vergr.

Längsschnitt durch einen kleinen cariösen Backzahn. Der Schnitt ist etwas seitlich durch eine grosse cariöse Höhle geführt; man sieht auf der linken Seite der Krone einen dunkel gefärbten Kegel von cariös verändertem Zahnbein, der sich von der zerstörtsn Oberfläche bis zur Pulphöhle in die Tiefe erstreckt, und eine feine radiäre Streifung darbietet, entsprechend dem Verlaufe der Zahnkanälchen. Auf der Schnittfläche hat die Zerstörung erst den Schmelz ergriffen (während sie seitlich von ihr sich tief in das Zahnbein hinein erstreckte). Die Kaufläche zeigt zwei angeborene Fissuren im Schmelz.

Fig. 2. 3-fach vergr.

Längsschnitt durch einen Eckzahn mit beginnender Caries. In der Mitte der Krone ein kleiner cariöser Fleck in der Umgebung einer Vertiefung des Schmelzes; die Veränderung hat erst eine oberflächliche Schicht des Schmelzes ergriffen. Auf der linken Seite der Krone ein ähnlicher Fleck, gleichfalls ohne Substanzverlust, von dem aus sich der Process bereits durch die ganze Dicke des Schmelzes und fast die ganze Dicke des Zahnbeins bis in die Nähe der Pulphöhle fortgesetzt hat. Die oberflächlichsten Schichten des Zahnbeins sind dunkler gefärbt, als die tiefsten Schichten des Schmelzes, die dunkle Färbung nimmt in beiden von der Oberfläche gegen die Tiefe zu ab. Ausserdem noch drei kleine cariöse Höhlen, die bis in die oberflächlichsten Schichten des Zahnbeins reichen, und von denen aus sich Kegel cariös veränderten Zahnbeins bis zur Pulphöhle erstrecken; eine dieser Höhlen befindet sich an der rechten Seite der Krone, die beiden anderen am Zahnhalse.

Fig. 3. 3-fach vergr.

Schliff von einem menschlichen Backzahn mit beginnender Caries. In der Mitte der Krone ein Substanzverlust im Schmelz (auf den Seiten ist der Schmelz in Folge der Präparation abgebrochen); im Zahnbein ein heller gefärbter Kegel von cariös veränderter Substanz; die hellere Farbe verdankt derselbe der grösseren Durchsichtigkeit seiner Substanz, während die bräunliche Farbe wegen der dünnen Schicht sich nicht geltend macht.

Fig. 4.

Ein Stückchen desselben Zahnschliffes 100-fach vergrössert. An der Stelle des Substanzverlustes ist eine dünne Schicht Schmelz noch erhalten, seine oberflächlichsten Lagen sind sehr durchscheinend in Folge des Verlustes an Kalksalzen, ausserdem ist die Oberfläche unregelmässig und zeigt kleine Risse und Spalten. Der Beleg von Leptothrixpilzen an der Oberfläche ist nicht erhalten, dagegen sind an einer Stelle körnige Pilzmassen durch einen Sprung im Schmelze eine Strecke weit ins Zahnbein eingedrungen. Die obersten Schichten des letzteren sind dunkel, die Kanälchen weniger deutlich; in den tieferen Schichten zahlreiche kleine Kalkniederschläge in den Kanälchen und den Interglobularräumen.

TAFEL II.

Fig. 1. 100-fach vergr.

Schnitt von der Oberfläche einer cariösen Höhle; das Zahnbein ist in grössere Trümmer zerfallen, die von Leptothrixpilzen umwuchert sind. An der freien Oberfläche sprossen aus den körnigen Massen die feinen Fäden des Pilzes hervor.

Fig. 2. 100-fach vergr.

Der Zerfall des Zahnbeins ist noch weiter vorgeschritten, die Trümmer sind viel kleiner und geringer an Masse als die sie einschliessenden Pilzwucherungen.

Fig. 3. 100-fach vergr.

Querschnitt durch cariöses Zahnbein an der Oberfläche einer Höhle. Die Zahnkanälchen sind stark verdickt (was an Fig. 1 und 2 auf dem Längsschnitt nicht deutlich zu sehen ist) an der Oberfläche ein dichter Filz von feinen Leptothrixfäden.

Fig. 4. 250-fach vergr.

Querschnitt von cariösem Zahnbein eines eingesetzten menschlichen Zahnes. Die Veränderungen sind ganz dieselben wie bei der Caries natürlicher Zähne. Die Kanälchen verschieden stark erweitert, einige sehr bedeutend, und mit verdickten Wandungen versehen, welche nur bei den am stärksten verdickten Kanälchen nicht zu sehen sind.

Fig. 5. 250-fach vergr.

Mit Salzsäure isolirte Kanälchen aus cariösem Zahnbein vom Menschen. Dieselben sind verschieden stark verdickt, ihr Inhalt bei einigen in stäbchenförmige Abtheilungen getrennt. Bei a ein stark erweitertes Röhrchen, von dem mehrere nicht erweiterte Aeste abgehen, die kurz abgerissen sind. Bei b zwei nur sehr wenig erweiterte Röhrchen, von denen eines allmählig an Dicke zunimmt.

Fig. 6. 200-fach vergr.

Querschnitt durch einen cariösen Zahn, der aus Elfenbein vom Flusspferd verfertigt war. An der Oberfläche Ueberzug von körniger Leptothrixmasse; ähnliche Massen dringen (bei a) von der Oberfläche aus in das Gewebe ein, oder erscheinen (bei b) von der Oberfläche getrennt, wo sie schräg vom Schnitt getroffen sind. Die Zahnkanälchen sind grossentheils mehr oder minder stark erweitert (c) zum kleinen Theil noch normal (d).

Fig. 7. 250-fach vergr.

Isolirte Röhrcheu von demselben Zahn (Flusspferd) stark erweitert und mit varicösen Ausbuchtungen. Auf der rechten Seite sind einige derselben noch zusammengehalten durch feine Fasern, die Reste vom Zahnbeingewebe zu sein scheinen.

Taf. II.

